

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka, Lappeenranta
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Tuotantotekniikka ja kunnossapito

Eetu Tapiola

Jätevesilaitoksen prosessimuutoksen laitteiden varaosakartoitus ja ennakkohuolto-ohjelma

Opinnäytetyö 2017

Tiivistelmä

Eetu Tapiola

Jätevesilaitoksen prosessimuutoksen laitteiden varaosakartoitus ja ennakko-huolto-ohjelma, 38 sivua, 2 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka, Lappeenranta

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Tuotantotekniikka ja kunnossapito

Opinnäytetyö 2017

Ohjaajat: lehtori Heikki Liljenbäck, Saimaan ammattikorkeakoulu, kunnossapitoinsinööri Samuli Nieminen, Kotkamills Oy

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda Kotkamills Oy:lle jätevedenkäsittelyn prosessimuutoksessa asennetuille laitteille ennakko-huolto-ohjelma ja kartoittaa tarvittavat varaosat laitteille. Työssä kartoitettiin myös prosessimuutoksen yhteydessä poistetut laitteet ja niiden varaosat sekä päivitettiin jätevedenkäsittelyn toimintopaikkahierarkia.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käydään läpi työhön liittyvää kunnossapidon teoriaa, jolla lukija perehdytetään opinnäytetyön konkreettisesta työstä tehtyä kirjallista osuutta varten. Teoriaosuuden lähteinä on käytetty kunnossapidon kirjallisuutta, kunnossapidon standardeja sekä verkkolähteitä.

Lopputuloksena luotiin kriittisyysluokitteluun perustuva ennakko-huolto-ohjelma sekä varaosakartoitus uusille laitteille. Poistetut laitteet kartoitettiin ja selvitettiin, tarvitseeko niiden varaosia varastoida enää. Jätevedenkäsittelyn toimintopaikkahierarkia päivitettiin prosessin mukaiseksi.

Asiasanat: ennakko-huolto, kriittisyysluokittelu, varaosat, toimintopaikkahierarkia

Abstract

Eetu Tapiola

Preventive maintenance program and spare parts for new units of the waste water treatment plant, 38 Pages, 2 Appendices

Saimaa University of Applied Sciences

Technology, Lappeenranta

Mechanical engineering and production technology

Production technology and maintenance

Bachelor's Thesis 2017

Instructor(s): Mr. Heikki Liljenbäck, Saimaa University of Applied Sciences, Mr. Samuli Nieminen, maintenance engineer, Kotkamills Oy

The thesis was commissioned by Kotkamills Oy. The purpose of the thesis was to create a preventive maintenance program and to determine the spare parts required by the new units of the waste water treatment plant. In addition, the old appliances that were removed during the process change and the spare parts associated with them were determined. Also, the location hierarchy for the appliances and their spare parts was updated during the project.

The thesis' theoretical part consists of theory related to the project, preparing the reader for the concrete part of this thesis. The material for this portion has been assembled from multiple sources of information, such as related literature, maintenance standards and the internet.

A new preventive maintenance program was built for the new appliances, including an updated prioritizing spare parts list. Appliances that were removed during the process were mapped out and the necessity of the old spare parts was assessed. Lastly, the location hierarchy of the waste water treatment plant was updated to describe the process.

Keywords: preventive maintenance, spare parts, location hierarchy

Sisällysluettelo

| | | |
|--------|--|----|
| 1 | Johdanto | 5 |
| 2 | Kotkamills Oy | 6 |
| 3 | Jätevedenkäsittelyn prosessikuvaus | 7 |
| 4 | Jätevedenkäsittelyn prosessimuutos | 10 |
| 5 | Kunnossapito | 11 |
| 5.1 | Suunniteltu kunnossapito | 11 |
| 5.2 | Häiriökorjaukset | 13 |
| 6 | Käyttövarmuus | 13 |
| 6.1 | Toimintavarmuus | 14 |
| 6.2 | Kunnossapitovarmuus | 15 |
| 6.3 | Kunnossapidettävyyys | 16 |
| 7 | Kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmä ja toimintopaikkahierarkia | 17 |
| 8 | Varaosien varastointi ja poistetut laitteet | 20 |
| 9 | Ennakkohuolto-ohjelman suunnittelu ja kriittisyysluokittelu | 21 |
| 10 | Työn toteutus | 22 |
| 10.1 | Toimintopaikkahierarkian päivittäminen | 23 |
| 10.2 | Poistettujen laitteiden ja niiden varaosien kartoittaminen | 25 |
| 10.3 | Uusien laitteiden kriittisyysluokittelu | 28 |
| 10.4 | Uusien laitteiden ennakkohuolto-ohjelma | 29 |
| 10.4.1 | Voiteluhuolto | 30 |
| 10.4.2 | Kunnonvalvontamittaukset | 31 |
| 10.4.3 | Määräaikaishuollot ja -tarkastukset | 31 |
| 10.5 | Uusien laitteiden varaosien kartoitus | 32 |
| 11 | Parannusehdotukset ja huomiot | 34 |
| 11.1 | Lietteen ruuvipuristin | 34 |
| 11.2 | Ilmastuskompressoreiden värähtelymittaus ja rasvavoitelu | 35 |
| 11.3 | Ilmastuskompressoreiden määräaikaishuolto | 35 |
| 12 | Yhteenveto ja pohdinta | 36 |
| | Kuvat | 38 |
| | Lähteet | 38 |

Liitteet

Liite 1 Jätevedenkäsittelyn yleiskaavio

Liite 2 Ennakkohuolto-ohjelma

1 Johdanto

Kunnossapito ei ole vain vikojen korjaamista, vaikka perinteisesti näin on ymmärretty. Ehkäisevällä kunnossapidolla pyritään vähentämään vikaantumisen todennäköisyyttä ja havaitsemaan viat ennen laitteen vikaantumista. Tämä antaa kunnossapidolle mahdollisuuden suorittaa suunniteltu laitteen korjaus ennen laitteen hajoamista. Ehkäisevällä kunnossapidolla saadaan tietoa laitteen kunnosta ja sen suorituskyvystä sekä parannetaan laitteen käyttövarmuutta.

Ilman kunnossapidon tarvitsemia varaosia laitteiden korjaus viivästyy ja pahimassa tapauksessa aiheuttaa tuotannon menetyksiä, ympäristöriskin tai turvallisuusriskin, varsinkin, jos laitteen vioittumista ei ole havaittu ennakoon ja vikaantuminen tapahtuu äkillisesti. Kunnossapidon tarvitsemien varaosien täytyy olla tarkoin määritelty, koska kaikkien varaosien varastoiminen ei ole taloudellisesti kannattavaa.

Laitteiden kriittisyysluokittelun avulla laitteet saadaan eroteltua kriittisyyden mukaan. Laitteen kriittisyyden perusteella pystytään luomaan laitteille ennakko-huolto-ohjelma ja määrittämään tarvittavat varaosat, jotta laitteen käyttövarmuus saadaan halutulle tasolle.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on luoda ennakko-huolto-ohjelma Kotkamills Oy:n jätevesilaitoksen prosessimuutoksessa asennetuille uusille laitteille, kar-toittaa uusien laitteiden varaosat, selvittää poistetut laitteet ja niiden varaosat sekä päivittää kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmän toimintopaikka-hierarkia.

Jätevesilaitoksen prosessimuutos on osa suurempaa investointia, Flying Eagle-projektia eli FE2-projektia, jossa Kotkamills Oy:n paperikone 2:n tilalle rakennettiin muovitonta kuluttajapakkauskartonkia valmistava kartonkikone.

Opinnäytetyössä perehdytään ensimmäiseksi jätevedenkäsittelyn prosessimuutoksessa asennettuihin laitteisiin, jätevedenkäsittelyn prosessiin ja päivittämätömään toimintopaikkahierarkiaan, jotta toimintopaikkahierarkia saadaan päivitettyä oikeaan järjestykseen ja uuden laitekannan toimintopaikat lisättyä sekä poistetut laitteet määritettyä. Tämän jälkeen määritetään jätevedenkäsittelyn

prosessimuutoksessa asennetuille laitteille kriittisyysluokat, joiden avulla saadaan apua luotaessa ennakkohuolto-ohjelmaa sekä määritettäessä uusien laitteiden varaosia.

Luvussa 2 käydään yleisellä tasolla läpi jätevedenkäsittelyn prosessimuutosta ja siinä tehtyjä muutoksia. Luvussa 3 käydään läpi yleisellä tasolla Kotkamills Oy:n jätevedenkäsittelyn prosessia. Lukujen 2 ja 3 kirjoittamisessa käytetään apuna kirjallisuutta, projektidokumentteja ja haastatteluja.

Luvut 4–8 sisältävät kunnossapitoon ja opinnäytetyön toteutukseen liittyvää teoriaa, jolla lukija perehdytetään opinnäytetyön konkreettisesta työstä tehtyä kirjallista osuutta varten. Opinnäytetyön teoriaosuuden kirjoittamisessa käytetään apuna kunnossapidon kirjallisuutta, verkkolähteitä ja kunnossapidon standardeja.

Luvussa 9 ja sen useissa alaluvuissa käsitellään opinnäytetyön konkreettisen työn kulkua kirjallisesti. Luvussa 10 käydään läpi opinnäytetyön aikana havaittuja parannusehdotuksia ja huomioita.

Luku 11 sisältää opinnäytetyön yhteenvedon ja pohdinnan.

2 Kotkamills Oy

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on suomalainen metsäteollisuuden yritys Kotkamills Oy, joka on vuonna 2010 perustettu laminaattipaperin ja sen jatkojalosteiden, sahatavaran ja kuluttajapakkauskartonkien valmistaja. Kotkamills Oy:lla on tuotantoa Kotkassa ja Tainionkoskella, joissa työskentelee noin 500 henkilöä. Kotkamills Oy syntyi Stora Enson myydessä Kotkan tehtaot vuonna 2010. Nykyään Kotkamills Oy on suomalaisen MB-rahaston omistama. (1.)

Kotkan tehtailla on ollut teollista toimintaa jo vuodesta 1872, jolloin Hans Gutzeitin perustama saha aloitti sahatavaran tuotannon. Tänä päivänä Kotkan tehtaot muodostuvat sellutehtaasta, kierrätyskuitulaitoksesta, paperikoneesta, impregnointitehtaasta, hiertämöstä, kartonkikoneesta, voimalaitoksesta ja sahas-
ta. (1.)

Kotkan tehtaiden historiaa:

- sahatavaran tuotanto 1872
- sellutehdas 1907
- sellutehtaan laajennus 1937
- uusi sahalaitos 1944
- voimapaperikoneet 1953 ja 1954
- sahanpurua raaka-aineena käyttävä sellunvalmistuslinja 1964
- impregnointitehdas 1980
- TMP eli kuumahierrelaitos ja sanomalehtipaperin valmistus 1981–1987
- kombivoimalaitos 1993
- sahan modernisointi 1996
- Kotkamills Oy perustetaan 2010
- kierrätyskuitulaitos 2011
- Kotkamills Oy suomalaisomistukseen, omistajaksi MB-rahastot
- kartonkikone 2016. (1.)

Kotkamills Oy:n tuotantokapasiteetit:

- sellutehdas 170 000 tonnia / vuosi
- kierrätyskuitulaitos 50 000 tonnia / vuosi
- paperikone 1, Kotka 160 000 tonnia / vuosi
- paperikone 7, Tainionkoski 25 000 tonnia / vuosi
- impregnointitehdas 30 000 tonnia / vuosi
- kartonkikone 400 000 tonnia / vuosi
- sahatavara 230 000 m³ / vuosi. (1.)

Kotkamills Oy:n valmistamia tuotteita ovat Absorbex-voimapaperi, Imprex-runkopaperi, Imprex-kalvot, Aegle-taivekartonki sekä Isla-kartonki. (1.)

3 Jätevedenkäsittelyn prosessikuvaus

Jätevedenkäsittelyn prosessi (liite 1) alkaa jätevesien, lauhteiden ja hajukaasujen tullessa jätevedenkäsittelylaitokselle ja päättyy puhdistetun jäteveden siirtymiseen.

essä mereen sekä jätevedenkäsittelyssä erotetun lietteen siirtyessä lietteenkäsittelyn kautta jatkokäsittelyyn tehtaan ulkopuolelle. (2.)

Jäteveden käsittely muodostuu seuraavista prosesseista:

- aktiivilieteprosessi
- kantoaineprosessi
- lietteenkäsittely. (2.)

Edellä mainittuja prosesseja tuetaan seuraavilla osaprosesseilla:

- kartonkikoneen ja hiertämön jätevesien flotaatioselkeytys
- kierrätyskuitulaitoksen jätevesien flotaatioselkeytys
- jälkiselkeytetyn jäteveden flotaatioselkeytys. (2.)

Aktiivilieteprosessi muodostuu etuselkeyttimestä (selkeytin 2), ilmastusaltaasta ja jälkiselkeyttimestä (selkeytin 1). (2.)

Tehdasintegraatin kuitupitoiset kanaalivedet selkeytetään etuselkeyttimessä. Etuselkeyttimessä primääriliete eli kiinteät partikkelit kasaantuvat altaan pohjalle, josta primääriliete ohjataan lietteen keräilyssäiliöön. Selkeytetty jätevesi ohjataan ilmastusaltaaseen. Kesäisin selkeytetty jätevesi ohjataan ilmastusaltaaseen jäähdytystornien kautta. (2.)

Osa kartonkikoneen ja hiertämön jätevesistä käsitellään kantoaineprosessissa. Jätevedet ohjataan flotaatioselkeyttimelle, jossa jätevedestä poistetaan kiintoaineita. Eroteltu kiintoaine ohjataan flotaatioselkeyttimeltä lietteen keräilyssäiliöön. Jätevesi, josta on eroteltu kiintoaineita, ohjataan keräilyssäiliön ja jäähdytystornien kautta kantoaineprosessin tasaussäiliöön. Tasaussäiliöstä jätevesi ohjataan kantoaineprosessin reaktorialtaisiin 1 ja 2. Reaktorialtaissa jäteveden seassa on kantoainekappaleita, joiden pintaan mikrobit muodostavat biofilmin. Reaktorialtaiden pohjalla on suuttimia, joilla syötetään paineilmaa reaktorialtaisiin. Paineilma muodostetaan ilmastuskompressoreilla. Paineilman avulla mikrobit saavat happea ja jätevesi sekä kantoainekappaleet pysyvät liikkeessä. Kantoaineprosessissa mikrobit käyttävät ravinnokseen jäteveden sisältämää orgaanista ainesta ja hajottavat sitä. Kantoaineprosessin reaktorialtaista puhdistettua jätevettä ohjataan ilmastusaltaaseen. (2.)

Kierrätyskuitulaitoksen flotaatioselkeyttimellä puhdistetaan kierrätyskuitulaitokselta tulevaa jätevettä. Jätevedestä erotellaan kiintoainetta. Jätevedestä poistettavat kiintoaineet nousevat pinnalle ja muodostavat lietejäämiä, jotka ohjataan lietteen keräilysäiliöön. Puhdistettu jätevesi ohjataan takaisin kierrätyskuitulaitoksen käyttöön tai ilmastusaltaaseen. (2.)

Ilmastusaltaassa aktiiviliete pidetään sekoitettuna ilmastusosassa samalla kun ilmastusosaan johdetaan puhdistettavaa jätevettä. Ilmastusaltaassa käsitellään

- etuselkeyttimeltä tuleva selkeytetty jätevesi
- jälkiselkeyttimeltä tuleva kierrätys bioliete
- kantoaineprosessissa käsitelty jätevesi
- likaislauhteet
- sekundäärilauhteet
- hajukaasut. (2.)

Ilmastusaltaasta liete-vesiseos ohjataan jälkiselkeytykseen. Jälkiselkeytyksessä ilmastusaltaalta ohjatusta liete-vesiseoksesta erotellaan bioliete ja kirkastevesi. Jälkiselkeytyksessä altaan pohjalle laskeutettu bioliete ohjataan takaisin ilmastusaltaaseen ja ylimääräinen biomassan kasvu eli ylijäämäbioliete ohjataan biolietetiivistimen kautta lietteenkäsittelyyn. Kirkastevesi ohjataan jälkiselkeyttimeltä tertiäärikäsittelyyn ylikkaatona. (2.)

Jälkiselkeyttimellä erotettu kirkastevesi ohjataan tertiäärikäsittelyn flotaatioselkeytykseen. Flotaatioselkeytyksessä jälkiselkeyttimen kirkastevedestä poistetaan mahdolliset kiintoainejäämät. Kirkastevedestä poistettavat kiintoaineet nousevat pinnalle ja muodostavat lietejäämiä, jotka ohjataan lietteen keräilysäiliöön. Tertiäärikäsittelyn flotaatioselkeyttimeltä puhdistettu vesi ohjataan mereen. (2.)

Lietteen keräilysäiliöön ohjattu jätevedenkäsittelyssä eroteltu liete ohjataan lietteen keräilysäiliöstä lietteen ruuvipuristimille tai suotonauhapuristimelle. Ruuvipuristimilla ja suotonauhapuristimilla lietteestä poistetaan ylimääräinen neste. Kuivattu liete ohjataan pihalle, josta se toimitetaan jatkokäsittelyyn tehtaan ulkopuolelle. (2.)

4 Jätevedenkäsittelyn prosessimuutos

FE2-projektin yhteydessä jätevedenkäsittelyyn tehtiin prosessimuutoksia. Hier-tämön tuotantokapasiteetin kasvattaminen sekä kartonkikoneen suurempi tuo-tanto verrattuna puretun paperikone 2:n tuotantoon kuormittavat jätevedenkäsit-telyä aikaisempaa enemmän. Kasvanutta tuotantoa varten jätevedenkäsittelyä päivitettiin MBBR-kantoaineprosessilla eli Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR), tertiääriflotaatiolla ja lietteen ruuvipuristimella. Prosessimuutoksen yhteydessä rakennettiin myös kierrätyskuitulaitoksen jätevesien puhdistamista auttava flo-taatioiselkeytin. Kierrätyskuitulaitos liittyy paperikone 1:n tuotantoon.

MBBR-kantoaineprosessi rakennettiin vanhan anaerobilaitoksen tilalle tuke-maan ilmastusallasta jätevesimäärien kasvaessa. Kantoaineprosessilla saa-daan leikattua merkittävä osuus tehtaan jätevesien kuluvan hapen määrästä. Kantoaineprosessi koostuu tasausaltaasta ja kahdesta reaktorialtaasta, joita ilmastetaan neljällä ilmastuskompressorilla. (3, 4.)

Flotaatioiselkeytysperiaatteella toimivan tertiääriflotaation tarkoituksena on puh-distaa jälkiselkeytetty kirkastevesi kiintoainejäämistä ja estää mereen pääsevät jätevesipäästöt, jos biologisessa prosessissa tapahtuu prosessihäiriöitä. (4.)

Lietteenkäsittelyssä on ollut käytössä ennen FE2-projektia kaksi suotonahapu-ristinta ja lietteen ruuvipuristin. Lietteen ruuvipuristimen kapasiteetti ei ole aina riittänyt, ja suotonahapuristimia on käytetty tukemaan lietteen kuivatusta. Toi-sen suotonahapuristimen luotettavuus on ollut erittäin heikolla tasolla. Liet-teenkäsittelyyn hankitulla uudella lietteen ruuvipuristimella saadaan lietteen kui-vatuskapasiteetti nostettua riittävälle tasolle. Uusi lietteen ruuvipuristin raken-nettiin epäluotettavan suotonahapuristimen tilalle. Toinen suotonahapuristin jätettiin varalaitteeksi siltä varalta, että toinen lietteen ruuvipuristimista vikaan-tuu. (4.)

Kierrätyskuitulaitoksen flotaatioiselkeytin rakennettiin, jotta saadaan vähennettyä kierrätyskuitulaitokselta tulevan jäteveden kiintoaineiden aiheuttamaa kuormaa

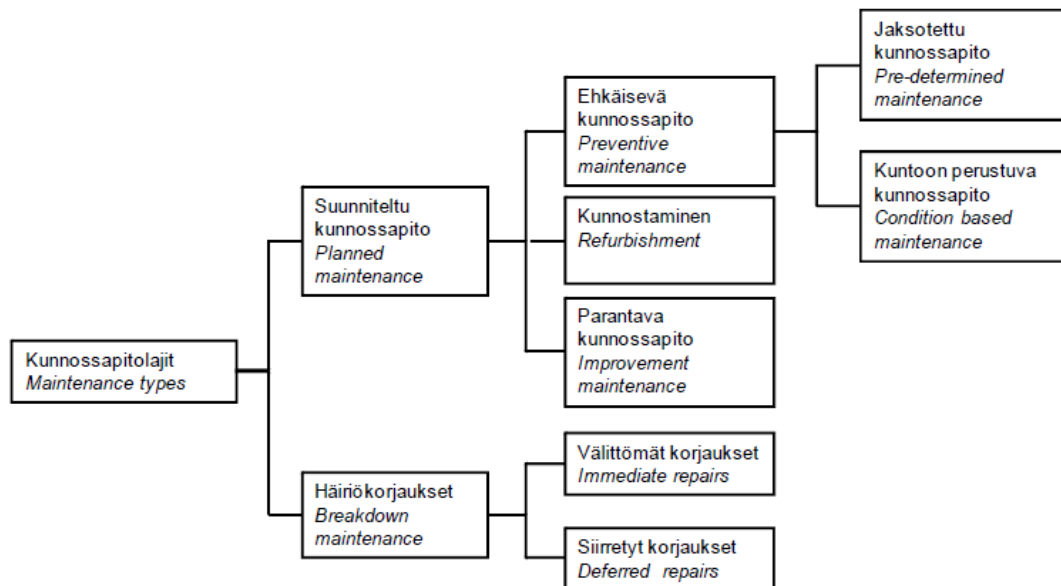
jätevesilaitoksella ja kuluvan hapen määrää sekä ohjattua puhdistettu jätevesi takaisin kierrätyskuitulaitoksen käyttöön.

5 Kunnossapito

Standardi PSK 6201 (5) määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana.

Standardi PSK 7501 luokittelee kunnossapitolajit suunniteltuun kunnossapitoon ja häiriökorjaukseen (kuva 1).



Kuva 1. Kunnossapitolajit standardin PSK 7501 mukaan (6.)

5.1 Suunniteltu kunnossapito

Suunniteltu kunnossapito jaetaan ehkäisevään kunnossapitoon, kunnostamiseen ja parantavaan kunnossapitoon.

Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevä kunnossapito on suunnitellun kunnossapidon toimenpide. Ehkäisevän kunnossapidon avulla kohteen käyttöominaisuuksia pidetään yllä, palaute-

taan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurioin syntyminen. Ehkäisevä kunnossapito muodostuu jaksotetusta kunnossapidosta ja kuntoon perustuvasta kunnossapidosta.

Jaksotettu kunnossapito on ehkäisevän kunnossapidon toimenpide, jota suoritetaan suunnitelluin jaksotuksin esimerkiksi käyttötuntien, kalenteriajan, tuotantomäärän tai energian käytön mukaisesti ennen kuin kohteessa on havaittu vikaa. Huollolla tarkoitetaan jaksotetun kunnossapidon toimenpidettä, joka sisältää kohteen tarkastamisen, säädön, puhdistamisen, rasvauksen, öljynvaihdon, suodattimien vaihdon ja muut vastaavat toimenpiteet. (5, 6.)

Kuntoon perustuva kunnossapito on ehkäisevän kunnossapidon toimenpide, jossa kunnonvalvonnan tai tarkastustoiminnan havainnoilla kohteelle suoritetaan suunniteltu korjaus. Kunnonvalvontaa ja tarkastustoimintaa suoritetaan laitteen käydessä tai seisokin aikana ja tehdään havaintoja laitteen toimintakunnosta ja etsitään oireilevia vikoja. Kunnonvalvonnan toimenpiteitä ovat aistein ja mittalaittein tehtävät tarkastukset ja valvonta sekä mittaustulosten analysointi. (5, 7.)

Kunnostaminen

Kunnostaminen on suunnitellun kunnossapidon toimenpide. Kunnostamisessa kulunut tai vaurioitunut kohde kunnostetaan. (5.)

Parantava kunnossapito

Parantava kunnossapito on suunnitellun kunnossapidon toimenpide, joka voidaan jaotella kolmeen ryhmään. Ensimmäisessä ryhmässä laitteen suorituskykyä ei ensisijaisesti muuteta, mutta laitetta muutetaan käyttämällä alkuperäisiä uudempia osia tai komponentteja. Toisessa ryhmässä laitteen toimintaa pyritään muuttamaan luotettavammaksi, mutta suorituskyvyn parantamiseen ei niinkään pyritä. Tähän ryhmään kuuluu laitteen uudelleensuunnittelut ja korjaukset, joilla laitteen epäluotettavuutta parannetaan. Kolmannessa ryhmässä laitteen suorituskykyä parannetaan modernisoinnilla. Laitteen modernisointi tulee vastaan, kun laitteen elinjakso on pidempi kuin valmistettavien tuotteiden elinkaari. (7.)

5.2 Häiriökorjaukset

Häiriökorjauksella vikaantunut kohde palautetaan toimintakuntoon ja käyttöturvallisuudeltaan alkuperäiseen tilaan. Häiriökorjaukset jaetaan välittömiin häiriökorjauksiin ja siirrettyihin häiriökorjauksiin. (5.)

Välittömät häiriökorjaukset

Välitön häiriökorjaus suoritetaan välittömästi vian havaitsemisen jälkeen. Vikaantunut laite, osa tai komponentti palautetaan toimintakuntoon tai vian aiheuttamat seuraukset rajoitetaan hyväksyttävälle tasolle. (5.)

Siirretyt häiriökorjaukset

Siirretyissä häiriökorjauksissa vioittuneelle laitteelle, osalle tai komponentille ei suoriteta välitöntä korjausta. Korjaus siirretään tehtäväksi myöhemmin kohteen, tuotannon tai organisaation tilan sen salliessa. (5.)

6 Käyttövarmuus

Käyttövarmuus määritellään standardin PSK 6201 (5) mukaan seuraavasti:

Käyttövarmuus tarkoittaa kohteen kykyä olla tilassa, jossa se kykenee suorittamaan vaaditun toiminnon tietyissä olosuhteissa olettaen että vaadittavat ulkoiset resurssit ovat saatavilla.

Käyttövarmuus jaetaan kolmeen osatekijään. Osatekijöitä ovat toimintavarmuus, kunnossapidettävyyden ja kunnossapitovarmuus (kuva 2). Yleisesti käyttövarmuudesta ja siihen vaikuttavista osatekijöistä puhuttaessa puhutaan luotettavuudesta.

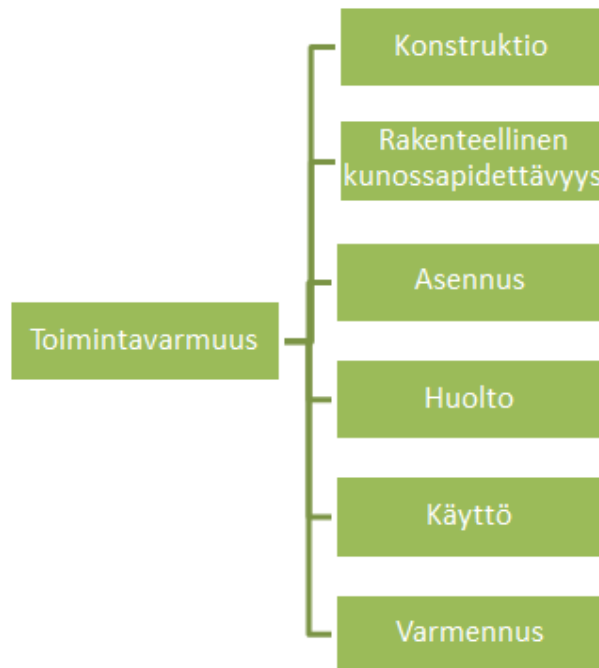


Kuva 2. Käyttövarmuuden osatekijät (7.)

Hyvällä käyttövarmuussuunnittelulla riskit saadaan hallintaan ja tuotanto tehokkaaksi. Tuotannonmenetysten lisäksi heikko käyttövarmuus voi aiheuttaa tarpeettomia turvallisuus- ja ympäristöriskejä. Tuotannon saaminen tehokkaaksi sekä turvallisuus- ja ympäristöriskien minimointi käyttövarmuussuunnittelun avulla usein lisää ennakoivan kunnossapidon ja kunnossapitoresurssien kohdistamista kriittisimpien vikojen ennaltaehkäisyyn. (8.)

6.1 Toimintavarmuus

Toimintavarmuus koostuu useasta osatekijästä (kuva 3). Toimintavarmuudella tarkoitetaan kohteen kykyä suorittaa vaaditut toiminnot vaaditun ajanjakson tietyissä olosuhteissa. (7.)



Kuva 3. Toimintavarmuuden osatekijät (7.)

Toimintavarmuuden osatekijät voidaan määritellä seuraavalla tavalla:

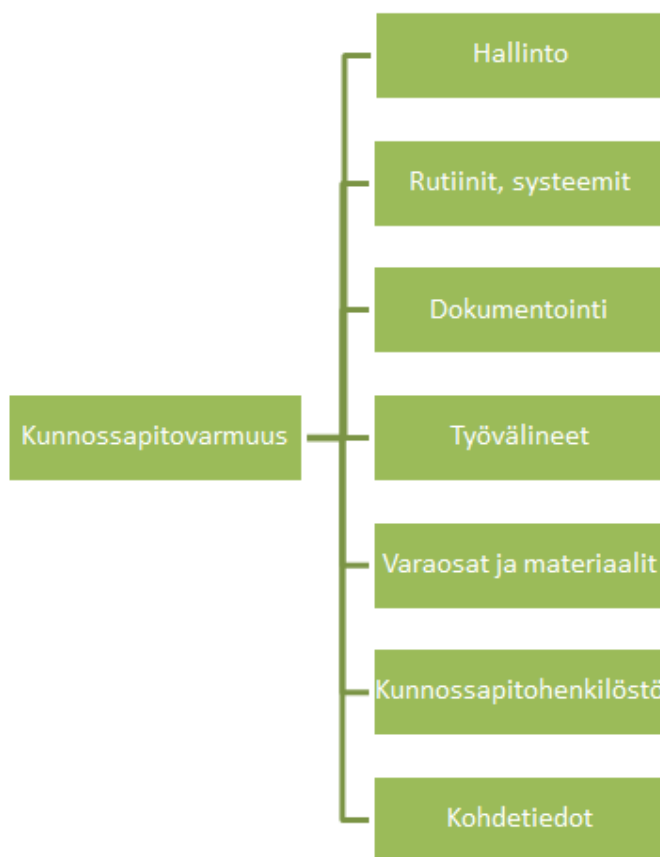
- Konstruktioon sisältyvät koneen suunnittelun lähtötiedot, materiaalit ja niiden mitoitus sekä suunnitteluperiaatteet.
- Rakenteelliseen kunnossapitoon sisältyvät luoksepäästävyys, vian etsinnän helppous sekä korjauksen helppous.

- Asennukseen sisältyvät asennuksen tekninen suorittaminen, luovutus ja käyttöopastus, kunnossapitosuunnitelmat ja dokumentaatiot.
- Huoltoon sisältyvät ehkäisevä kunnossapito, huollon toteutus, ennakko-huollon suunnittelu ja sen toteuttaminen.
- Käyttöön sisältyvät fyysinen kykeneminen, koulutus ja motivaatio. (7; 9.)

Toimintavarmuus koostuu suurelta osin osatekijöistä, joihin voidaan vaikuttaa jo laitteen suunnittelu- ja asennusvaiheessa sekä ennen laitteen käyttöönottoa.

6.2 Kunnossapitovarmuus

Kunnossapitovarmuus kuvaa kunnossapito-organisaation kykyä palauttaa vioittunut laite takaisin toimintakuntoon tietyllä ajanhetkellä tai ajanjaksona tietyissä olosuhteissa (7; 9). Kunnossapitovarmuus voidaan jakaa useaan osatekijään (kuva 4).



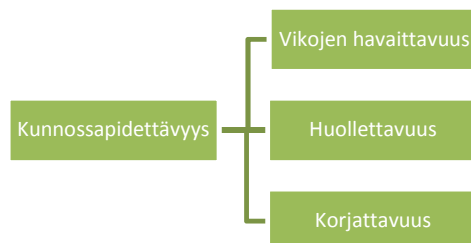
Kuva 4. Kunnossapitovarmuuden osatekijät (7; 10.)

Kunnossapitovarmuuden osatekijät voidaan määritellä seuraavalla tavalla:

- Hallinto sisältää organisaation henkilöineen, ohjausjärjestelmät, toiminnan mittarit, toiminnanohjausjärjestelmän, dokumenttien hallinnan sekä tietojen käsittelyn ja muokkauksen.
- Rutiinit ja systeemit sisältävät toimintaohjeet, yhteistyön, toimivan yhteistyön toimittajien kanssa sekä käytön ja kunnossapidon välillä toimivan yhteistyön.
- Dokumentointi sisältää ohjeistukset, kunnossapidon työohjeet, käytön työohjeet, ohjeiden ylläpidon, vikahistorian sekä tekniset tiedostot ja piirustukset.
- Työvälineisiin kuuluvat työkalut, -välineet, -koneet, erikoistyökalut ja tarvikkeet sekä niiden saatavuus.
- Materiaalit ja varaosat sisältävät niiden tuotetiedot, nimikkeet, toimittajatiedot, varastohallinnan, varastoinnin, saatavuuden sekä hankinnan.
- Kunnossapitohenkilöstöön kuuluu ammattitaitoisia ja koulutettuja kunnossapitohenkilöitä, joiden määrä on riittävä suorittamaan kunnossapitotyöt.
- Kunnossapidosta tulisi vaikeaa ja hankalaa ilman hyviä kohdetietoja. Kohdetiedot sisältävät ajan tasalla olevat toimintopaikka- ja laitetiedot, ennakkohuoltosuunnitelmat ja -ohjeet sekä toimintopaikka- ja laitetietoihin linkitetyt piirustukset ja dokumentit. (7; 10.)

6.3 Kunnossapidettävyys

Kunnossapidettävyys on ominaisuus, jolla kohde on pidettävissä toimintakunnossa tai palautettavissa toimintakuntoon tietyissä käyttöolosuhteissa (7). Kunnossapidettävyys voidaan jakaa useaan osatekijään (kuva 5).



Kuva 5. Kunnossapidettävyyden osatekijät (7.)

Vian havaittavuus on yksi kunnossapidon tärkeimmistä peruspilareista. Vikoja voidaan havaita instrumentoinnin ja kunnonvalvonnan avulla, laitteiden käyttöteillä ja toiminnan testaamisella sekä seuraamalla laitteen käyntiä ja tekemällä havaintoja laitteen normaalista poikkeavasta käynnistä. (7.)

Laitestandardisointi ja modulaarisuus sisältyvät huollettavuuteen. Laitestandardisoinnilla on vaikutus varaosien varastointiin ja uusien osien toimitusaikoihin. Modulaarisuus on tärkeä kohteissa, joissa vaihdetaan kuluvia osia ja tehdään vaikeita säätöjä ja asetuksia. (7.)

Kohteen korjattavuuden kannalta on tärkeää varaosien ja materiaalien saatavuus oikeaan paikkaan oikeaan aikaan. Tämä tarkoittaa enimmäkseen sisäistä materiaalogistiikkaa ja toimivaa yhteistyötä varaosasopimustoimittajien kanssa, kun taas varaosien ja materiaalien hankinta, varastointi ja saatavuus liittyvät kunnossapitovarmuuteen.

Kohteeseen päästävyys ja turvallisuus mahdollistavat kohteen korjattavuuden. Kohteeseen päästävyyteen vaikuttavat kohteen puhdistaminen ennen toimenpiteitä, kohteen layout ja rakenne, tasot ja kulkutiet sekä apuvälineet. Turvallisuuden vaikuttavia asioita ovat kohteen lukitukset, erotukset sekä työluvut ennen toimenpiteitä. (7; 10.)

7 Kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmä ja toimintopaikkahierarkia

Kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmä on tietojärjestelmä, johon on integroitu erilaisia toimintoja kunnossapidon toiminnanohjaukseen ja materiaalivirtojen hallintaan. (11.)

Kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmiin kuuluvat seuraavat toiminnot:

- toimintopaikkahierarkia
- materiaalihallinta (varaosat, raaka-aineet)
- häiriö- ja vikailmoitusjärjestelmä
- työmääräinjärjestelmä
- ennakkohuoltojärjestelmä

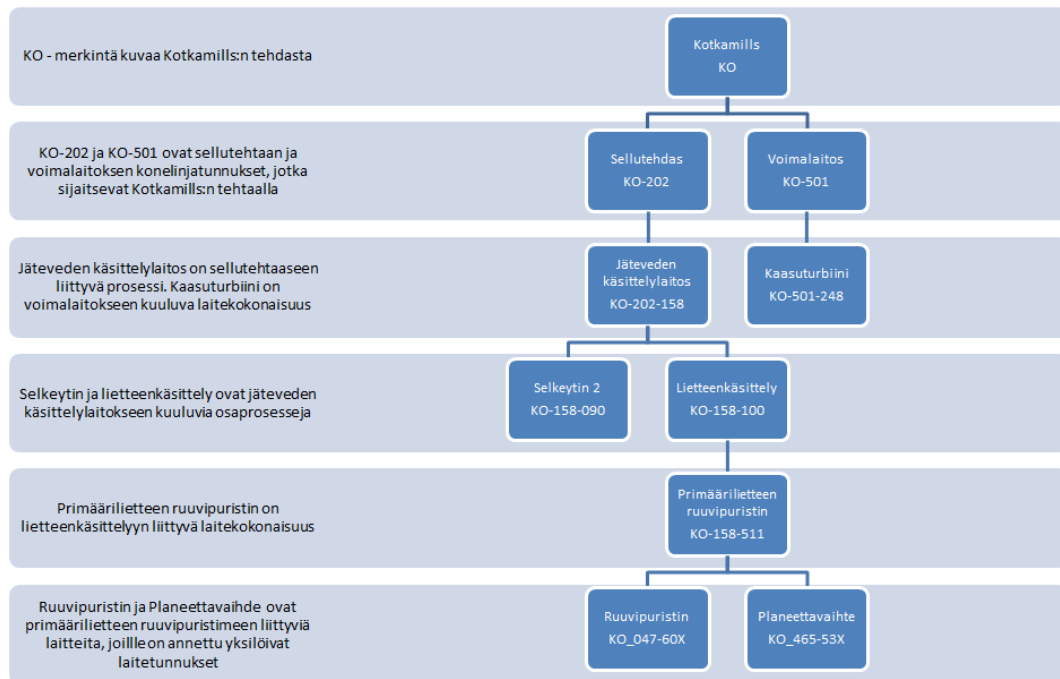
- ostotilausjärjestelmä
- palvelun myynti ja laskutus
- dokumenttien hallinta
- yhteystietorekisteri (toimittajat, valmistajat, asiakkaat)
- resurssinhallinta
- työtuntien kirjaus palkanlaskennan pohjaksi
- projekti ja seisokkihallinta (7).

Toimintopaikkahierarkia, josta käytetään kirjallisuudessa myös sanaa laitepaikkahierarkia, muodostaa kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmän rungon. Toimintopaikkahierarkialla hallitaan seuraavia asioita:

- toimintopaikat ja laitetunnisteet
- laitteiden tekniset tiedot
- laitteiden varaosaluettelot
- laitteiden dokumentit
- toimintopaikkojen ja laitetunnusten historiatiedot
- toimintopaikkojen ja laitteiden kustannusten kohdennustiedot
- käyttöomaisuuskirjanpito. (7.)

Toimintopaikkahierarkian tarkoituksena on rakentaa looginen ”puu” toimintopaikoista ja toimintopaikkoihin liittyvistä laitteista. Hyvin rakennetun toimintopaikkahierarkian avulla toimintopaikka ja siihen liittyvät laitteet on helppo löytää hierarkiasta, vaikka ei tietäisi toimintopaikan numeroa, kunhan tuntee laitoksen toiminnan yleisellä tasolla. Toimintopaikkahierarkia voidaan rakentaa esimerkiksi prosessin (PI-kaavion) tai sijainnin mukaan. (7.)

Kuvassa 6 on esitetty periaate toimintopaikkahierarkian rakentumisesta Kotkamills Oy:n Kotkan tehtaiden toiminnanohjausjärjestelmään.



Kuva 6. Periaate ”puu” toimintopaikkahierarkian rakentumisesta

Toimintopaikan ja yksilöivän laitetunnukset ero löytyy KO-merkinnän jälkeen. Toimintopaikka on kyseessä, jos KO-merkinnän jälkeen on yhdysmerkki, ja yksilöivä laitetunnus, jos KO-merkinnän jälkeen on alaviiva.

Toimintopaikkoihin liittyville laitteille luodaan laitetunnukset, joihin esimerkiksi laitteen varaosat linkitetään. Laitetunnuksen avulla laite saadaan yksilöityä ja laitetta voidaan seurata. Laitetunnuksen avulla nähdään esimerkiksi, onko laite käytössä jossakin toimintopaikalla, huollossa tai varastossa.

Laitteelle luotu toimintopaikka on yleensä laitekokonaisuus, jonka tarkoituksena on tehdä jokin toiminto prosessissa, eikä toimintopaikan tunnus muutu. Laitteelle luotuun toimintopaikkaan voi liittyä useita laitteita, jotka on yksilöity laitetunnuksin. Laitetunnukset voivat muuttua toimintopaikkahierarkiassa. Esimerkiksi vaihdelaatikon vaihdon yhteydessä toimintopaikkahierarkiasta otetaan voittunut vaihdelaatikko yksilöidyllä laitetunnuksella pois ja tilalle siirretään uusi vaihdelaatikko yksilöidyllä laitetunnuksella.

8 Varaosien varastointi ja poistetut laitteet

Kunnossapidon varaosien varastointi on osa kunnossapitovarmuutta. Kunnossapidon tarvitsemien varaosien varastointi on välttämätöntä. Ihanteellisin tilanne olisi, jos kaikki tarvittavat varaosat olisivat varastossa, mutta kaikkia kunnossapidon varaosia ei ole taloudellisesti kannattavaa varastoida. Hankittaessa kunnossapidon tarvitsemia varaosia omaan varastoon on aina kyse taloudellisesta optimoinnista. Varastointikustannukset nousevat varastoinnin lisääntyessä, mutta varastoimaton varaosa voi aiheuttaa taas tuotannon keskeytyksestä johtuvia kustannuksia, ympäristöriskin tai turvallisuusriskin.

Kunnossapidon varaosien varastointitarpeeseen vaikuttavia tekijöitä ovat:

- laitteen kriittisyys
- hankintahinta
- toimitusaika ja hankintakanavan luotettavuus
- varalaitemahdollisuus
- varastoinnin kustannukset
- korvattavuus
- vikaantumisen todennäköisyys
- vikaantumisen ennakoitavuus
- vikaantuneen osan korjausmahdollisuus
- laitteen jäljellä oleva käyttöikä (11).

Tuotannon prosessimuutoksissa, investoinneissa tai laitteen eliniän tullessa päätökseen poistetaan turhat laitteet prosessista. Poistettujen laitteiden jatko-toimenpiteille täytyy tehdä erinäisiä toimenpiteitä.

Poistetut laitteet voidaan myydä, varastoida tai romuttaa. Poistetuille laitteille tehtävien toimenpiteiden pitäisi olla suunnitelmallista ja organisoitua toimintaa, jolla on nimitetty vastuuhenkilö sekä riittävät aika-, raha-, ja tilaresurssit. Ilman edellä mainittuja menetelmiä poistetut laitteet jäävät usein huonolle hoidolle tilapäisvarastoihin ja unohtuvat kiireellisten kunnossapitotöiden viedessä kunnossapitohenkilökunnan ajan. (11.)

Poistettujen laitteiden varaosat tulee myös kartoittaa. On turhaa pitää varastossa poistetun laitteen varaosaa, jos sille ei ole käyttöä muissa kohteissa.

9 Ennakkohuolto-ohjelman suunnittelu ja kriittisyysluokittelu

Ennakkohuolto-ohjelmat ovat ehkäisevää kunnossapitoa. Ne sisältävät jaksotettua tai määräajoin suoritettua laitteiden tarkistamista, huoltoa ja kunnonvalvontaa ilman, että laitteessa on todettu vikaa.

Ehkäisevän kunnossapidon ylivoimaisuudella voidaan tavoitella laitteen täydellistä toimintavarmuutta, mutta se ei ole taloudellisesti kannattavaa. Ehkäisevää kunnossapitoa kannattaa tehdä, jos siitä aiheutuvat kustannukset ovat pienempiä kuin äkillisen vikaantumisen aiheuttamat vahingot ja menetykset.

Yleensä laitetoimittajien liiallinen laitteen toimintavarmuuden tavoittelu aiheuttaa ehkäisevän kunnossapidon ylivoimaisuuden. Yrityskohtaisella ennakkohuolto-ohjelman suunnittelulla voidaan saavuttaa paras mahdollinen suhde ehkäisevän kunnossapidon ja korjaavan kunnossapidon välillä. (7, 12.)

Aikatauluttaminen ja suunnitelmallisuus ovat ehkäisevän kunnossapidon perusedellytyksiä. Suunnitelmallisuus poistaa työn tekemisessä esiintyviä viiveitä. Aikatauluttamisella saadaan poistettua töiden väliin jäävät viiveet. Suunnitelmallisuus ja aikatauluttaminen auttavat myös kunnossapidon resurssien tehokkaan käytön organisoinnissa. (7.)

Ennakkohuolto-ohjelman suunnittelussa saadaan apua seuraavista tiedoista:

- laitteen vikahistoria
- varaosat ja niiden käyttömäärät
- laitteen toimintatapa
- valmistajan suositukset (7).

Ennakkohuolto-ohjelman suunnittelussa voidaan käyttää apuna laitteiden kriittisyysluokittelua. Laitteen kriittisyyden perusteella voidaan määrittää kunnossapitomenetelmiä eri kriittisyysluokan laitteille.

Laitteille voidaan käyttää myös RTF eli run to failure menetelmää. RTF-menetelmässä laitetta käytetään vioittumiseen asti tekemättä sille ehkäisevää kunnossapitoa. (7.)

Kriittisyysluokittelua käytetään prosessin laitteiden kriittisyyksien arvioimisessa. Kriittisyysluokan avulla saadaan lähtötiedot kunnossapidon, suunnittelun ja hankinnan tarpeisiin. Laitteiden kriittisyysluokka auttaa myös määrittämään laitteiden varaosatarvetta. Mitä kriittisempi laite, sitä tärkeämpää on varaosien saaminen nopeasti vikaantumisen alettua tai äkillisen vikaantumisen sattuessa. (7.)

Laitteiden kriittisyysluokittelu ennakko-ohjelman suunnittelun avuksi voidaan toteuttaa seuraavalla tavalla:

1. Luokiteltavien laitteiden ja prosessin rajaaminen, jolla varmistetaan projektin hallittavuus ja tehokas toteuttaminen.
2. Jaetaan prosessi kunnossapidollisiksi yksiköiksi.
3. Tutkitaan laitetta ja siltä haluttuja toimintoja eli mitä laitteen vikaantumisen aiheuttaa prosessille.
4. Luokitellaan laitteet kriittisyysluokkiin niiden kriittisyyden perusteella. Kohteet jaetaan esimerkiksi A, B ja C ryhmiin. Kunnossapidon resurssit kohdistetaan A ja B kriittisyysluokan ryhmiin. C ryhmän laitteille riittää pelkkä huolto, koska rikkoontumisella ei ole merkittävää vaikutusta prosessiin.
5. Laaditaan ennakko-ohjelma. (7.)

10 Työn toteutus

Opinnäytetyö aloitettiin palaverilla, jossa rajattiin opinnäytetyöhön kuuluva alue ja sisältö sekä sovittiin, kuinka usein seurantapalavereja pidettäisiin. Opinnäytetyön seurantapalavereja päätettiin pitää kahden viikon välein, kunnes opinnäytetyön konkreettisen työn osuus olisi valmis.

Alun perin opinnäytetyöhön ei kuulunut toimintopaikkahierarkian päivittäminen, mutta ensimmäisessä seuranta palaverissa päätettiin lisätä toimintopaikkahierarkian päivittäminen opinnäytetyöhön.

Opinnäytetyön aloitettiin tutkimalla jätevedenkäsittelyn uusia PI-kaavioita, tutustumalla ja etsimällä kohteet fyysisesti kentältä ja keräämällä toimittajien dokumentteja jätevedenkäsittelyyn toimitetuista uusista laitteista ja prosessista.

Opinnäytetyö toteutettiin seuraavasti:

1. laitepaikkahierarkian päivittäminen
2. poistettujen laitteiden ja niiden varaosien kartoittaminen
3. uusien laitteiden kriittisyysluokittelu
4. uusien laitteiden ennakkohuolto-ohjelma
5. uusien laitteiden varaosien kartoitus.

10.1 Toimintopaikkahierarkian päivittäminen

Toimintopaikkahierarkian päivittämiseen kuului koko jätevedenkäsittelyn toimintopaikkahierarkian päivittäminen. Tarkoituksena oli luoda PI-kaavion eli prosessin mukainen järjestys jätevedenkäsittelyn toimintopaikkahierarkiasta.

Jätevedenkäsittelyn toimintopaikkahierarkian päivittämisen alussa käytiin alueen osastotyönjohtajan kanssa läpi PI-kaaviota, prosessin kulkua ja toiminnanohjausjärjestelmässä ennen päivitystä olevaa jätevedenkäsittelyn toimintopaikkahierarkiaa. Prosessin kulun ymmärtäminen auttoi rakentamaan toimintopaikkahierarkian prosessin mukaiseksi. Ennen päivitystä olevaa jätevedenkäsittelyn toimintopaikkahierarkiaa läpikäydessä paikannettiin useita kohteita, jotka olivat jääneet jätevedenkäsittelyn prosessimuutoksen yhteydessä pois käytöstä tai ennen sitä, mutta olivat jääneet poistamatta jätevedenkäsittelyn toimintopaikkahierarkiasta. Poistettujen kohteiden löytäminen tässä vaiheessa auttoi poistettujen laitteiden ja niiden varaosien kartoittamisessa.

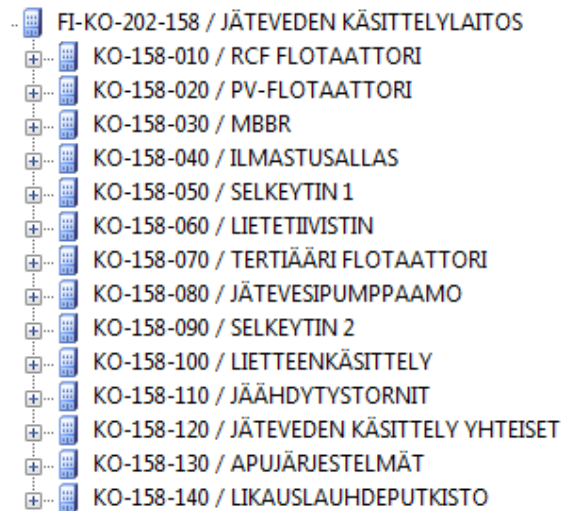
Uusi järjestys jätevedenkäsittelyn toimintopaikkahierarkiasta luotiin excel-taulukoon. Kuvassa 7 on esimerkki jätevedenkäsittelyn uuden osaprosessin tertiääri flotaattorin toimintopaikkahierarkian rakentamisesta. Kuvan 7 esittämäl-

lää tavalla luotiin uusi järjestys koko jäteveden käsittelyn toimintopaikkahierarkiaan.

| Toimintopaikan numero | Toimintopaikan nimi |
|-----------------------|---|
| FI-KO-202-158 | JÄTEVEDEN KÄSITTELYLAITOS |
| KO-158-070 | TERTIÄÄRI FLOTAATTORI |
| KO-158-587 | TERTI POLYMEERILAITE |
| KO-158-588 | TERTI SUURSÄKKIASEMA |
| KO-158-889 | TERTI SUURSAKKINOSTIN 1 |
| KO-158-890 | TERTI SUURSAKKINOSTIN 2 |
| KO-158-891 | TERTI POLYMEERIN ANNOSTELURUUVI |
| KO-158-895 | TERTI FLOTAATTORIN VRA PAINEENKOROTUSPUMPPU |
| KO-158-930 | TERTI POLYMEERILIUOTUSSÄILIÖ |
| KO-158-892 | TERTI POLYMEERILIUOTUSSÄILIÖ SEKOITIN |
| KO-158-893 | TERTI POLYMEERIPUMPPU 1 |
| KO-158-894 | TERTI POLYMEERIPUMPPU 2 |
| KO-158-413 | LÄMMINVESIVARA-AJA |
| KO-158-964 | TERTI KOAGULOINTIALLAS |
| KO-158-881 | TERTI KOAGULOINTISEKOITUS |
| KO-158-882 | TERTI KOAGULOINTIHÄMMENNYS 1 |
| KO-158-883 | TERTI KOAGULOINTIHÄMMENNYS 2 |
| KO-158-888 | TERTI DISPERSIOILMAKOMPRESSORI |
| KO-158-963 | TERTI DISPERSIOVESISÄILIÖ |
| KO-158-879 | TERTI DISPERSIOVESIPUMPPU |
| KO-158-965 | TERTI FLOTAATIOALLAS |
| KO-158-884 | TERTI PINTAKAAVIN 1 |
| KO-158-885 | TERTI PINTAKAAVIN 2 |
| KO-158-886 | TERTI PINTAKAAVIN 3 |
| KO-158-887 | TERTI PINTAKAAVIN 4 |
| KO-158-880 | TERTI LIETEPUMPPU |

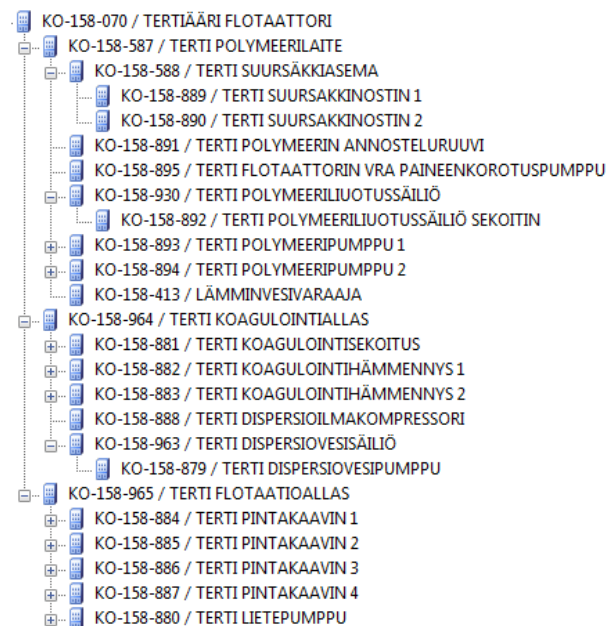
Kuva 7. Esimerkki tertiääri flotaattorin toimintopaikkahierarkian rakentamisesta excel- taulukkoon

Excel- taulukko lähetettiin Kotkamills Oy:n käyttövarmuusinsinöörille, joka päivitti jätevedenkäsittelyn toimintopaikkahierarkian toiminnanohjausjärjestelmään Excel- taulukon mukaiseksi. Jätevedenkäsittelyn toimintopaikkahierarkiaan muodostui yhteensä 14 eri toimintopaikkaa (kuva 8).



Kuva 8. Jätevedenkäsittelyn toimintopaikkahierarkia

Jokaisen toimintopaikan alle muodostui toimintopaikkaan liittyvä oma toimintopaikkahierarkia (kuva 9).



Kuva 9. Tertiääri flotaattorin toimintopaikkahierarkia

10.2 Poistettujen laitteiden ja niiden varaosien kartoittaminen

Jätevedenkäsittelyn osastotyönjohtajan kanssa toiminnanohjausjärjestelmän toimintopaikkahierarkiaa ja PI-kaavioita läpi käydessä paikannettiin jätevedenkäsittelystä projektin aikana tai ennen projektia poistetut toimintopaikat ja niiden

alle liitettyt laitteet. Poistetut toimintopaikat ja laitteet siirrettiin jätevedenkäsittelyn toimintopaikkahierarkiasta erilleen ja kirjattiin Excel-taulukkoon (kuva 10).

| TOIMINTOPIAIKKA JA LAITE | Lisätietoa |
|--|-----------------------|
| SUOTONAUHAPURISTIN 2 KO-158-525 | Poistettu projektissa |
| SUODATUSPURISTIN KO_047-40X | Poistettu projektissa |
| PLANEETTAVAIHDE KO_469-799 | Poistettu projektissa |
| PLANEETTAVAIHDE KO_469-803 | Poistettu projektissa |
| PLANEETTAVAIHDE KO_469-830 | |
| | |
| SUOTONAUHAPURISTIN 2:N HYDR.KONEIKKO KO-158-534 | Poistettu projektissa |
| AC-MOOTTORI KO_607-983 | Poistettu projektissa |
| HYDRAULIKONEIKKO KO_859-089 | Poistettu projektissa |
| | |
| GRANULALIIETEPUMPPU KO-158-815 | Poistettu projektissa |
| LETKUPUMPPU KO_445-700 | Poistettu projektissa |
| HAMMASVAIHDEMOOTTORI KO_607-969 | Poistettu projektissa |
| | |
| REAKTORIN SYÖTTÖPUMPPU KO-158-804 | Poistettu projektissa |
| AC-MOOTTORI KO_607-999 | Poistettu projektissa |
| | |
| REAKTORIN KIERRÄTYS PUMPPU KO-158-805 | Poistettu projektissa |
| KESKIPAKOPUMPPU KO_411-406 | Poistettu projektissa |
| AC-MOOTTORI KO_607-998 | Poistettu projektissa |
| | |
| POTKURISEKOITIN HAPPOVAIHEEN SÄILIÖÖN KO-158-518 | Poistettu projektissa |
| POTKURISEKOITIN KO_459-900 | Poistettu projektissa |
| AC-MOOTTORI KO_607-996 | Poistettu projektissa |
| | |
| | |
| LIERIÖVAIHDE KO_469-795 | Poistettu aikaisemmin |
| HIHNAKUJETIN KO_521-041 | Poistettu aikaisemmin |
| AC-MOOTTORI KO_607-990 | Poistettu aikaisemmin |

Kuva 10. Jätevedenkäsittelystä poistetut toimintopaikat ja laitteet

Poistettujen laitteiden varaosat ajettiin toiminnanohjausjärjestelmästä Excel-taulukkoon. Esimerkkinä on toimintopaikka suotonauhapuristin 2:n hydraulikoneikosta KO-158-534 ja sille linkitetystä laitteesta hydraulikoneikosta KO_859-089 (kuva 11).

| HYDRAULIKONEIKKO KO_859-089 | | |
|-----------------------------|--------|---|
| JÄÄ / POIS | Nimike | Tuotteen nimi |
| JÄÄ | 142700 | VASTAVENTTIILI CV3-10-P-O-3 |
| JÄÄ | 106579 | KYTKINKUMI 42 ROTEX |
| JÄÄ | 107194 | PINTAKYTKIN EMU-L100-SV-2SY KUBLER |
| JÄÄ | 142759 | VASTAVENTTIILI DT8P1-06-30-11-ENB VICKERS |
| JÄÄ | 138989 | ÖLJYNJÄÄHDYTIN EC100-1425-2 BOWMAN |
| JÄÄ | 137869 | LÄMPÖMITTARI 451-X-D=66 0-120C REXOTERM |
| JÄÄ | 140481 | VASTUSVENTTIILI 9MV-400-S-3 PARKER |
| JÄÄ | 114086 | TIIVISTESARJA MV1700-PP-50/28 |
| POIS | 136083 | HYDR.MOOTTORI CR-19-2ST12-30-D-JA |
| POIS | 136085 | HYDR.MOOTTORI 103-1463/S+ EATON/CHAR-LYNN |
| POIS | 136220 | HYDR.MOOTTORI MFE15-2-30 VICKERS |
| POIS | 109657 | HYDR.PUMPPU PVH57QIC-RF-1S-10-C25-31 |
| POIS | 142604 | VENTTIILI KCG-3-250D-Z-M-U-H1-10 VICKERS |
| POIS | 118259 | HYDR.SYL MV2505-JKP-80/63-300-11-SF182 |
| POIS | 118277 | HYDR.SYL HD2205 PKH 80/45-70-23575 |
| POIS | 114281 | TIIVISTESARJA MV1705-PKH-80/45-70-11> |
| POIS | 114359 | TIIVISTESARJA MV2505-JKP-80/63-11 |
| POIS | 103217 | ILMANSUODATIN UC-AB-1163-10 UCC KORKKI |
| JÄÄ | 133178 | TERMOSTAATTI RAK112.0030 50-130C L=100 SIEMENS |
| JÄÄ | 143866 | TERMOSTAATTIVENTTIILI DANFOSS AVTA 15 1/2 +25...+65 C |
| JÄÄ | 103389 | SUODATIN HC9800 FKN 8H PALL |
| POIS | 926941 | HYDR.SYL HD2205-PH-50/28-110-11-SF184110-11-SF184 |
| POIS | 936640 | HYDR.SYL HD2205 PH63/36-110-23574 |
| POIS | 936642 | HYDR.SYL HD2205 PH80/45-80-23827 |
| POIS | 943555 | HYDR.MOOTTORI MR315CD |
| POIS | 972719 | Hydr.moottori 300080A7123BAAB White |

Kuva 11. Hydraulikoneikon KO_859-089 varaosat

Laitteen varaosat käytiin nimike kerrallaan läpi. Jos nimikkeen varaosa oli käytössä jossain muussa kuin poistetussa laitteessa, se merkittiin jäämään varastoon. Jos nimikkeen varaosa oli tarkoitettu vain poistetulle laitteelle, se merkittiin poistetuksi. Excel-taulukot poistetuista laitteista ja niiden varaosista toimitettiin varastosta vastaavalle tarveainesuunnittelijalle.

Opinnäytetyö ei sisältänyt poistetuille laitteille ja niiden varaosille tehtäviä jatko-toimenpiteitä. Seuraavat toimenpiteet ovat kuitenkin suositeltavia:

- Toiminnanohjausjärjestelmässä varaosien linkitysten poistaminen poistetuista laitteista.
- Päätös poistetun laitteen myynnistä, varastoinnista tai romutuksesta.
- Päätös poistetun laitteen varaosista.

Jos poistettu laite päätetään myydä, voidaan siihen liittyvät varaosat, joita ei tarvita muissa kohteissa, myydä sen mukana. Jos poistettu laite varastoidaan, kannattaa laitteen varaosat säästää ja tässä tapauksessa olla poistamatta toi-

minnanohjausjärjestelmästä laitteen varaosien linkitystä. Jos poistettu laite päätetään romuttaa, voidaan laitteen varaosat, joita ei tarvita muissa kohteissa, romuttaa, säästää tai myydä erikseen, jos se on kannattavaa.

10.3 Uusien laitteiden kriittisyysluokittelu

Jätevedenkäsittelyn prosessimuutoksessa tulleille uusille laitteille tehtiin kriittisyysluokittelu. Luokiteltavia kohteita oli yhteensä 50 kappaletta.

Kotkamills Oy:n tehdasintegraatissa Kotkassa käytetään laitteiden kriittisyysluokittelussa ABC-luokitusta. Laitteiden kriittisyysluokittelu antaa lähtötietoja käyttövarmuussuunnitteluun sisältyvän ennakkohuolto-ohjelman laatimiseen ja varaosien kartoittamiseen. Laitteen kriittisyysluokka antaa myös kunnossapidolle tietoa, kuinka nopeasti toimenpiteisiin on ryhdyttävä laitteen vioittumisen tapahduttua.

ABC-luokitteluille ei ollut olemassa valmiita määritelmiä, joten tässä opinnäytetyössä käytettiin seuraavia määritelmiä ABC-luokille:

- A-kriittisyysluokan laitteet ovat tuotannon kannalta kriittisimmät. Niiden vikaantuminen pysäyttää prosessin tai osaprosessin välittömästi, aiheuttaa merkittävän ympäristöriskin tai turvallisuusriskin.
- B-kriittisyysluokan laitteen vikaantuminen aiheuttaa viiveellä ongelmia prosessille tai osaprosessille sekä aiheuttaa kohtalaisen ympäristöriskin tai turvallisuusriskin.
- C-kriittisyysluokan laitteen vikaantumisella ei ole vaikutusta prosessiin tai osaprosessiin tai vaikutus on erittäin vähäinen, ei aiheuta ympäristöriskiä tai turvallisuusriskiä.

Laitteiden kriittisyysluokittelu tehtiin yhdessä jätevedenkäsittelystä vastaavan osastotyönjohtajan kanssa antamalla laitteelle A, B tai C kriittisyysluokka laitteen vioittumisen vaikutuksen mukaan. Laitteista tehtiin Excel-taulukko, johon kirjattiin laitteen kriittisyysluokka (Kuva 12).

| | | |
|---------|------------------------------|---|
| | MBBR | |
| 158-914 | MBBR 1 ALLAS | |
| 158-872 | MBBR 1 ILMASTUSKOMPRESSORI 1 | A |
| 158-873 | MBBR 1 ILMASTUSKOMPRESSORI 2 | A |
| 158-876 | MBBR 1 VAAHDONESTOPUMPPU | B |
| 158-589 | MBBR 1 SULKULUUKKU | C |
| 158-585 | MBBR 1 MAMMUTTIPUMPPU | C |
| 158-913 | MBBR 2 ALLAS | |
| 158-874 | MBBR 2 ILMASTUSKOMPRESSORI 3 | A |
| 158-875 | MBBR 2 ILMASTUSKOMPRESSORI 4 | A |
| 158-877 | MBBR 2 VAAHDONESTOPUMPPU | B |
| 158-590 | MBBR 2 SULKULUUKKU | C |
| 158-586 | MBBR 2 MAMMUTTIPUMPPU | C |

Kuva 12. Esimerkki laitteiden kriittisyysluokittelusta

Kriittisyysluokittelu tehtiin tuotannon näkökulmasta, eikä se huomioi kunnossapitoa. Kriittisyysluokittelu tehtiin ennen jätevedenkäsittelyn prosessimuutoksessa tulleiden laitteiden käyttöönottoa, joten kriittisyysluokittelu perustuu osittain koulutuksissa saatuun tietoon ja olettamukseen, miten laitteen tulisi toimia ja miten laitteen vioittuminen vaikuttaa prosessiin, ympäristöön tai turvallisuuteen.

A-kriittisyysluokan laitteita saatiin 4 kappaletta, B-kriittisyysluokan laitteita 26 kappaletta ja C-kriittisyysluokan laitteita 20 kappaletta.

10.4 Uusien laitteiden ennakko-ohjelma

Ennakkohuolto-ohjelman suunnittelun alussa jätevedenkäsittelyn prosessimuutoksessa tulleet laitteet olivat jo tulleet tutuiksi. Ennakkohuolto-ohjelman suunnittelu alkoi voiteluhuoltokohteiden määrittämisellä, jonka jälkeen määritettiin kunnonvalvontaa tarvitsevat kohteet. Voiteluhuolto- ja kunnonvalvontakohteiden määrittämisen jälkeen luotiin määräaikaishuollot ja -tarkastukset laitteille.

Ennakkohuolto-ohjelma tehtiin Excel-taulukoon (Liite 2), joka toimitettiin ennakkohuolloista vastaavalle työnjohtajalle. Ennakkohuolto-ohjelma lisätään toiminnanohjausjärjestelmään, josta ennakkohuoltotyöt tulevat tehtäviksi niille määritetyn jaksotuksen perusteella.

Laitteiden kriittisyysluokittelu antoi lähtökohdat ennakko-ohjelman suunnittelulle. Seuraavia kunnossapitomenetelmiä käytettiin laitteen kriittisyyteen perustuen ennakko-ohjelman suunnittelussa:

- A-kriittisyysluokan laitteille suoritetaan voiteluhuollot, kunnonvalvontamittaukset, määräaikaishuollot ja -tarkastukset.
- B-kriittisyysluokan laitteille suoritetaan voiteluhuollot, kunnonvalvontamittaukset tapauskohtaisesti, määräaikaishuollot ja -tarkastukset tapauskohtaisesti.
- C-kriittisyysluokan laitteille suoritetaan voiteluhuolto. Muuten C-kriittisyysluokan laitteille käytetään RTF-menetelmää, eli niitä käytetään vioittumiseen asti.

Laitteen kriittisyyteen pohjautuvien kunnossapitomenetelmien lisäksi ennakko-ohjelman suunnittelussa käytettiin laitetoimittajan suosituksia.

10.4.1 Voiteluhuolto

Voiteluhuolto eli rasvavoitelu ja öljynvaihto suoritetaan kaikille A-, B- ja C-kriittisyysluokan laitteille. Voiteluhuoltoa tarvitseville laitteille määritettiin oikeantyyppinen voiteluaine, voiteluväli ja voiteluainemäärä. Voiteluainetiedot, voiteluväli ja voiteluainemäärä kävivät ilmi laitevalmistajan dokumenteista tai laitteen tyyppikilvestä.

Uudet rasvavoitelukohteet lisättiin kahteen jo olemassa olevaan rasvavoitelun ennakko-ohjelmatyöhön, jotka suoritetaan kolmen kuukauden välein. Lisäksi rasvavoitelusta luotiin yksi uusi ennakko-ohjelmatyö, joka suoritetaan kuukauden välein.

Öljynvaihtoista saatiin kaksikymmentäkaksi uutta ennakko-ohjelmatyötä. Öljynvaihtovälit määritettiin laitevalmistajan dokumenttien mukaan.

10.4.2 Kunnonvalvontamittaukset

Kunnonvalvontakohteita määritettäessä saatiin viisitoista uutta kunnonvalvontakohtetta. Uudet kunnonvalvontakohteet olivat moottoreita ja pumppuja, joille suoritetaan värähtelymittaukset kolmen kuukauden välein.

Jätevedenkäsittelyn prosessimuutoksessa asennetuille laitteille suoritettavista värähtelymittauksista tehtiin erillinen Excel-tili (Kuva 13). Excel-tiliin selvitettiin valmiiksi mitattavien kohteiden laakereiden tyypit kunnonvalvontaa suorittaville mittajille.

| Toimintopaikka | Nimi | Värähtelymittaus | Moottorin laakerit | Pumpun laakerit |
|----------------|---|-------------------|-------------------------------------|--|
| KO-158-872 | MBBR 1 Ilmastuskompressori 1 | Moottori | DE: 6319 C3, NDE: 6319 C3 | |
| KO-158-873 | MBBR 1 Ilmastuskompressori 2 | Moottori | DE: 6319 C3, NDE: 6319 C3 | |
| KO-158-874 | MBBR 2 Ilmastuskompressori 3 | Moottori | DE: 6319 C3, NDE: 6319 C3 | |
| KO-158-875 | MBBR 2 Ilmastuskompressori 4 | Moottori | DE: 6319 C3, NDE: 6319 C3 | |
| KO-158-895 | Terti flotaattorin vrm paineenkorotuspumppu | Moottori + pumppu | DE: 6309 C3, NDE: 6308 C3 | Kytkin: 2x 7310 BECBM, Pesä: NUP 309 ECJ |
| KO-158-879 | Terti dispersiovesipumppu | Moottori + pumppu | DE: 6315 C3, NDE: 6315 C3 | Kytkin: 6308 2Z C3, Pesä: 6308 2Z C3 |
| KO-158-880 | Terti lietepumppu | Moottori | DE: 6309 2Z C3, NDE: 6309 2Z C3 | |
| KO-158-516 | Lietteen tiivistysrumpu | Moottori | DE: 6306 2Z J C3, NDE: 6205 2Z J C3 | |
| KO-158-512 | Lietteen ruuvipuristin | Moottori | DE: NU 313 ECP C3, NDE: 6212 / C3 | |
| KO-158-527 | Lietteen siirtoruuvi | Moottori | DE: 6306 2Z J C3, NDE: 6205 2Z J C3 | |
| KO-390-884 | PV-Flotaattori lietepumppu | Moottori | DE: 6309 2Z C3, NDE: 6309 2Z C3 | |
| KO-390-885 | RCF flotaattori vrm paineenkorotuspumppu | Moottori+pumppu | DE: 6309 C3, NDE: 6308 C3 | Kytkin: 2x 7310 BECBM, Pesä: NUP 309 ECJ |
| KO-390-859 | RCF dispersiovesipumppu | Moottori | DE: 7310 BE, NDE: 6310 Z C4 | |
| KO-390-857 | RCF kirkastevesipumppu | Moottori + pumppu | DE: 6213 C3, NDE: 6213 C3 | Kytkin: 2x 7312 BECBM, Pesä: NUP 311 ECJ |
| KO-390-858 | RCF-Flotaattori lietepumppu | Moottori | DE: 6309 2Z C3, NDE: 6309 2Z C3 | |

Kuva 13. Värähtelymittauskohteet

Excel-tili lähetettiin mittaavasta kunnossapidosta vastaavalle työnjohtajalle. Värähtelymittauskohteet lisättiin jo olemassa olevalle jätevedenkäsittelyn kunnonvalvontamittauksien ennakkohuoltotyölle.

10.4.3 Määräaikaishuollot ja -tarkastukset

Määräaikaishuollot ja -tarkastukset määritettiin laitteiden kriittisyyden, laitevalmistajan dokumenttien tai vastaavien jo käytössä olevien laitteiden käyttökoekustan mukaan, lukuun ottamatta painelaitteita, joiden määräaikaistarkastuksista on säädetty painelaitelain 1144/2016 mukaan. Määräaikaishuolloille ja -tarkastuksille luotiin ohjeet tarpeen mukaan.

Määräaikaishuolloista ja -tarkastuksista luotiin yhteensä kahdeksantoista uutta ennakkohuoltotyötä jätevedenkäsittelyn prosessimuutoksessa asennetuille laitteille.

Terti- ja rcf-dispersiovesisäiliöt ovat painelaitteita. Näiden määräaikaishuollot ja tarkastukset määräytyvät painelaitelain 1144/2016 luvun yhdeksän pykälien 57, 58 ja 59 mukaan. (13.)

Vuodesta 2008 käytössä ollut lietteenkäsittelyn primäärilietteen ruuvipuristin on samanlainen ruuvipuristin kuin jätevedenkäsittelyn prosessimuutoksessa tullut lietteen ruuvipuristin. Keskustelut kunnossapidon asentajien kanssa ja primäärilietteen ruuvipuristimen vikahistorian tutkiminen auttoivat luomaan uudelle lietteen ruuvipuristimelle määräaikaishuollon. Vanhalle primäärilietteen ruuvipuristimelle tehdään vuosittain määräaikaishuolto ja viiden vuoden välein laajempi määräaikaishuolto, mutta tästä ei kuitenkaan ole ennakkohuoltotyötä toiminnanohjausjärjestelmässä. Uudelle lietteen ruuvipuristimelle luotu määräaikaishuolto kopioidaan myös vanhalle primäärilietteen ruuvipuristimelle.

Loput määräaikaishuollot ja -tarkastukset luotiin laitteen kriittisyyden ja laitevalmistajan dokumenttien perusteella kuitenkin suhtautumalla laitevalmistajan ohjeisiin kriittisesti ja pohtimalla, ovatko kaikki laitevalmistajan suositukset tarpeellisia. Määräaikaishuoltoja ja -tarkastuksia suunniteltaessa tutkittiin myös samankaltaisille käytössä oleville laitteille tehtäviä määräaikaishuoltoja ja -tarkastuksia sekä laitteissa esiintyviä vikoja vikahistoriasta.

10.5 Uusien laitteiden varaosien kartoitus

Varaosien kartoituksen tarkoituksena oli määrittää jätevedenkäsittelyn prosessimuutoksessa tulleiden laitteiden varaosat, joista tullaan tekemään nimikkeet ja hankkimaan varaosat omaan varastoon.

Uusien laitteiden varaosien kartoitus aloitettiin opinnäytetyön alussa lähettämällä laitetoimittajille Excel-taulukot, joihin pyydettiin laitetoimittajan suosituksia hankittavista varaosista. Laitetoimittajille lähetetyssä Excel-taulukossa pyydettiin täyttämään seuraavia tietoja:

- toimintopaikka
- toimintopaikan nimi
- laitetunniste
- laitenimi

- valmistajan tuotenimi varaosalle
- mitat/koko
- tyyppi
- materiaali
- standardi
- piirustusnumero
- tuotenimike
- toimittaja
- valmistaja
- määrä/laitte
- yksikkö
- yksikköhinta
- toimitusaika
- kriittisyysluokka.

Toimintopaikka ja toimintopaikan nimi oli luotu etukäteen FE2-projektin aikana, joten laitetoimittaja pystyi kohdistamaan varaosan oikeaan kohteeseen. Laitetunnistetta ei tässä vaiheessa vielä ollut, mutta toimintopaikan ja laitenimen perusteella varaosa saadaan kohdistettua oikeaan laitteeseen.

Laitetoimittajan varaosasuosituksen, laitteiden kriittisyysarvioinnin ja varaosien toimitusajan perusteella luotiin lopulliset Excel-taulukot, joiden perusteella tul- laan hankkimaan varaosat omaan varastoon.

Lopullisten varaosalistojen valmistuttua käytiin hankittavat varaosat läpi ja tutkit- tiin toiminnanohjausjärjestelmästä, onko omassa varastossa jo olemassa ky- seistä varaosaa. Jos varaosa oli omassa varastossa, merkittiin varaosan nimike varaosalistaan (kuva 14).

| Nimike | Nimikkeelle | Toimintop | Toimintopaikkanimi | Laitetunniste | Laitenimi | Valmistajan tuotenimi | Mitat/koko | Tyyppi | Piirustusnumero |
|--------|-------------|-----------|-------------------------|---------------|----------------|---------------------------|------------------------|----------------|-------------------|
| | | Asset p | Asset positions name | Asset ID | Asset name | Manufacturer product nan | Dimensions/size | Type | Drawing number |
| | Kyllä | 158-516 | LIETTEEN TIIVISTYSRUMPU | | TIIVISTYSRUMPU | LAAKERI | | 23960 CC/W33 | RST2000-EN-01/157 |
| | Ei | 158-516 | LIETTEEN TIIVISTYSRUMPU | | TIIVISTYSRUMPU | O-RENGASTIIVISTE | 405,26 x 3,53 | | RST2000-EN-01/158 |
| 112859 | | 158-516 | LIETTEEN TIIVISTYSRUMPU | | TIIVISTYSRUMPU | V-RENGASTIIVISTE | | VA 350 | RST2000-EN-01/164 |
| | Ei | 158-516 | LIETTEEN TIIVISTYSRUMPU | | TIIVISTYSRUMPU | V-RENGASTIIVISTE | | VA 325 | RST2000-EN-01/165 |
| | Kyllä | 158-516 | LIETTEEN TIIVISTYSRUMPU | | TIIVISTYSRUMPU | HAMMASKEHÄ | | | RST2000-EN-01/203 |
| | Kyllä | 158-516 | LIETTEEN TIIVISTYSRUMPU | | TIIVISTYSRUMPU | KANNATINPYÖRÄN RENGAS | | | RST2000-EN-01/212 |
| | Kyllä | 158-516 | LIETTEEN TIIVISTYSRUMPU | | TIIVISTYSRUMPU | VAIHDEMOOTTORI | 3KW 500V 1455/40RPM M1 | R77DRE100LC4 | RST2000-EN-01/250 |
| | Kyllä | 158-516 | LIETTEEN TIIVISTYSRUMPU | | TIIVISTYSRUMPU | KETJUPYÖRÄ KARTIOHOLKILLA | | | RST2000-EN-01/251 |
| | Kyllä | 158-516 | LIETTEEN TIIVISTYSRUMPU | | TIIVISTYSRUMPU | KETJU | | | RST2000-EN-01/253 |
| | Kyllä | 158-516 | LIETTEEN TIIVISTYSRUMPU | | TIIVISTYSRUMPU | KETJUNKIRISTIN | | | RST2000-EN-01/254 |
| | Ei | 158-516 | LIETTEEN TIIVISTYSRUMPU | | TIIVISTYSRUMPU | SÄTEISAKSELITIIVISTE | 50 x 68 x 8 | | RST2000-EN-01/268 |
| | Ei | 158-516 | LIETTEEN TIIVISTYSRUMPU | | TIIVISTYSRUMPU | O-RENGASTIIVISTE | 82,22 x 2,62 | | RST2000-EN-01/269 |
| | Ei | 158-516 | LIETTEEN TIIVISTYSRUMPU | | TIIVISTYSRUMPU | O-RENGASTIIVISTE | 34,59 x 2,62 | | RST2000-EN-01/270 |
| 130790 | | 158-516 | LIETTEEN TIIVISTYSRUMPU | | TIIVISTYSRUMPU | LAAKERI | | 32307 BJ2 | RST2000-EN-01/271 |
| | Kyllä | 158-516 | LIETTEEN TIIVISTYSRUMPU | | TIIVISTYSRUMPU | PESUSUUTIN | | | RST2000-EN-01/354 |
| | Kyllä | 158-516 | LIETTEEN TIIVISTYSRUMPU | | TIIVISTYSRUMPU | ÖLJYPATRUUNA | | STAR VARIO 250 | RST2000-EN-01/357 |

Kuva 14. Havainnollistava kuva lietteen tiivistysrummun varaosista

Hankittavien varaosien läpikäyminen varastossa jo olemassa olevista varaosista estää duplikaattinimikkeiden muodostumisen ja turhien varaosien hankinnan. Valmiit varaosalistat toimitettiin varastosta vastaavalle tarveainesuunnittelijalle.

11 Parannusehdotukset ja huomiot

Parannusehdotuksissa ja huomioissa käydään läpi opinnäytetyön aikana havaitut asiat, joita voisi parantaa ja joihin kannattaa kiinnittää huomioita.

11.1 Lietteen ruuvipuristin

Jätevedenkäsittelyn prosessimuutoksessa tullut uusi lietteen ruuvipuristin vaatii nostopalkkien ja nostoapuvälineiden suunnittelun ja rakentamisen kohteeseen. Nykytilassa lieteruuvien kunnossapidettävyyden ei ole halutulla tasolla. Vuosittain suoritettavassa määräaikaishuollossa lieteruuvien sihtikorit puretaan pois sihtilevyjen vaihtoa varten. Sihtikorit painavat useita satoja kiloja, eikä ahtaaseen tilaan asennetulla uudella lieteruuvilla ole kunnollisia paikkoja sihtikorien nostoa varten. Useilla taljavedoilla sihtikorien nostaminen voisi onnistua, mutta tämä aiheuttaa ahtaassa tilassa työturvallisuusriskin sekä ilman nostopalkkeja ja nostoapuvälineitä huoltotyön kesto moninkertaistuu. Nostopalkkien ja nostoapuvälineiden suunnittelussa ja rakentamisessa täytyy huomioida myös lieteruuvien käyttövaihteen huollon mahdollisuus. Nykytilassa käyttövaihdetta ei pystytä nostamaan pois turvallisesti ilman useita taljavetoja.

11.2 Ilmastuskompressoreiden värähtelymittaus ja rasvavoitelu

Ilmastuskompressoreiden moottorit ja kompressorilohkot sijaitsevat äänieristetyssä kotelossa. Moottoreille tehtävä rasvavoitelu aiheuttaa nykytilassa työturvallisuusriskin. Hihnapyörän puoleinen rasvausnipa on erittäin lähellä pyörivää kiilahihnaa. Moottoreille tulisi rakentaa rasvanipoista lähtevät kiinteät rasvauslinjat kohtaan, jossa rasvaaminen on turvallista. Toinen vaihtoehto on käyttää rasvavoitelupatruunoita, jotka vaihdetaan tietyin väliajoin.

Moottorin värähtelymittaukselle on sama ongelma kuin rasvavoitelussa. Värähtelymittausta varten pitää moottoreihin kytkeä etäluettavat anturit tai kiinteät piuhat, jotta värähtelymittaus onnistuu ilman työturvallisuusriskiä.

11.3 Ilmastuskompressoreiden määräaikaishuolto

Jätevedenkäsittelyn prosessimuutoksessa MBBR-kantoaineprosessiin tuli neljä uutta ilmastuskompressoria. Ilmastuskompressoreiden kompressorilohkolle tehdään valmistajan suosituksen mukaan perushuolto, jossa kulutusosat vaihdetaan ja kompressorilohkon kunto tarkistetaan kolmen vuoden välein.

Todennäköisesti valmistajan huolto-ohje kompressorilohkoille on mitoitettu täydellistä luotettavuutta ajatellen ja mahdollisuutena saada töitä ja varaosamyyntiä.

Kompressorilohkojen määräaikaishuoltojen jaksottamista kannattaa miettiä tulevaisuudessa tarkemmin. Huoltosopimusta tehdessä kannattaa harkita esimerkiksi yhden kompressorilohkon huoltoa MBBR-kantoaineprosessin reaktorialtaasta 1 ja reaktorialtaasta 2 vuosittain. Toinen vaihtoehto on esimerkiksi yhden kompressorilohkon huolto vuosittain alkaen kolmen vuoden käytön jälkeen, jonka jälkeen jaksotus jatkuu kolmen vuoden välein.

Ilmastuskompressoreiden määräaikaishuollosta ja -tarkastuksesta kannattaa tehdä huoltosopimus samoin kuin muidenkin kompressoreiden tapauksissa tehdään. Huoltosopimusta laadittaessa kannattaa selventää, mitä huoltoja tehdään vuosittain ja millä syklillä kompressorilohkoja huolletaan.

12 Yhteenveto ja pohdinta

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli luoda ennakkohuolto-ohjelma jätevedenkäsittelyn prosessimuutoksessa asennetuille laitteille, kartoittaa uusien laitteiden varaosat, kartoittaa poistetut laitteet ja niiden varaosat sekä päivittää jätevedenkäsittelyn toimintopaikkahierarkia prosessin mukaiseksi kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmään.

Työn ensimmäisessä vaiheessa päivitettiin jätevedenkäsittelyn kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmän toimintopaikkahierarkia prosessin mukaiseksi sekä kartoitettiin prosessimuutoksessa poistetut laitteet ja niiden varaosat. Toimintopaikkahierarkian päivittämisen yhteydessä saatiin tietoa poistetuista laitteista. Tämä auttoi poistettujen laitteiden ja niiden varaosien kartoittamisessa. Poistettujen laitteiden varaosista määritettiin varaosat, joita ei enää tarvita omassa varastossa, sekä varaosat, jotka täytyy jättää omaan varastoon. Poistettujen laitteiden kartoittamista olisi helpottanut, jos prosessimuutoksen yhteydessä olisi pidetty dokumentointia poistetuista laitteista.

Jätevedenkäsittelyn prosessimuutoksessa asennetuille uusille laitteille tehtiin kriittisyysluokittelu. Kriittisyysluokittelun avulla saatiin määritettyä mahdollisia kunnossapitomenetelmiä uusien laitteiden ennakkohuolto-ohjelmaa varten. Kriittisyysluokittelu antaa myös kunnossapidolle tiedon, kuinka nopeasti reagoida laitteen vikaantumiseen. Kriittisyysluokittelu tehtiin tuotannon näkökulmasta sekä ennen jätevedenkäsittelyn prosessimuutoksessa asennettujen laitteiden käyttöönottoa. Kriittisyysluokittelua täytyy arvioida tulevaisuudessa uudestaan, kun prosessin toiminnasta ja laitteiden vikaantumisen vaikutuksesta prosessiin, ympäristöön ja turvallisuuteen on enemmän käytännön tietoa.

Kriittisyysluokittelun pohjalta tehdyn ennakkohuolto-ohjelman avulla saatiin määritettyä laitteille tarpeelliset kunnossapitomenetelmät laitteen vikaantumisen ennaltaehkäisemiseksi ja vikaantumisen havaitsemiseksi ennakkoon, ennen vikaantumisen aiheuttamaa laitteen pysähtymistä. Ennakkohuolto-ohjelman luonnissa käytettiin apuna myös laitetoimittajan suosituksia.

Koska laitteet olivat uusia, ei ennakkohuolto-ohjelmaa luodessa ollut käytössä vikahistoriaa. Vikahistoria olisi antanut tietoa laitteiden vikaantumisesta, joka voi johtua esimerkiksi käyttöolosuhteista tai laitteen sijainnista prosessissa.

Ennakkohuolto-ohjelma on jatkuvaa päivittämistä kokemusten ja vikaantumishistorian perusteella. Ennakkohuolto-ohjelmaa tulee arvioida uudestaan tulevaisuudessa, kun jätevedenkäsittelyn prosessimuutoksessa asennetut laitteet ovat olleet käytössä ja niiden toiminnasta prosessissa on saatu lisää tietoa.

Opinnäytetyöhön kuului jätevedenkäsittelyn prosessimuutoksessa asennettujen laitteiden varaosien kartoitus. Varaosakartoituksella määritettiin varaosat, jotka hankitaan omaan varastoon. Varaosakartoitus tehtiin laitteiden kriittisyysluokittelun ja laitetoimittajan varaosasuositusten perusteella. Kunnossapitovarmuuden kannalta on tärkeää, että oikeat varaosat ovat omassa varastossa, jottei laitteen vikaantuessa synny turhaa viiveaikaa varaosan puuttuessa ja tästä johtuvaa tuotannon menetystä, ympäristöriskiä tai turvallisuusriskiä.

Opinnäytetyö suoritettiin rajausten mukaisesti. Kriittisyysluokittelu, ennakkohuolto-ohjelma, uusien laitteiden varaosat sekä poistetut laitteet ja niiden varaosat määritettiin Excel-taulukoihin. Jatkotoimenpiteinä on tärkeää laitteiden kriittisyysluokkien määrittäminen toiminnanohjausjärjestelmään, ennakkohuolto-ohjelman syöttäminen toiminnanohjausjärjestelmään sekä uusille laitteille kartoitettujen varaosien hankinta ja linkittäminen oikealle laitteelle varaosaksi toiminnanohjausjärjestelmään. Myös poistetuille laitteille ja niiden varaosille tehtävät toimenpiteet täytyy toteuttaa.

Opinnäytetyö suoritettiin työajan ulkopuolella lukuun ottamatta palavereja ja opinnäytetyöhön liittyviä keskusteluja. Kokonaisuudessaan opinnäytetyö oli mielenkiintoinen ja kehittävä projekti tulevaisuuden kannalta. Opinnäytetyö antoi hyvät lähtökohdat tulevaisuudelle ennakkohuollon suunnitteluun, laitteiden kriittisyysarviointiin ja varaosien kartoittamiseen.

Kuvat

- Kuva 1. Kunnossapitolajit standardin PSK 7501 mukaan, S. 10
- Kuva 2. Käyttövarmuuden osatekijät, S. 13
- Kuva 3. Toimintavarmuuden osatekijät, S.14
- Kuva 4. Kunnossapitovarmuuden osatekijät, S.15
- Kuva 5. Kunnossapidettävyyden osatekijät, S.16
- Kuva 6. Periaate ”puu” toimintopaikkahierarkian rakentumisesta, S.18
- Kuva 7. Esimerkki tertiääri flotaattorin toimintopaikkahierarkian rakentamisesta excel – taulukkoon, S.24
- Kuva 8. Jätevedenkäsittelyn toimintopaikkahierarkia, S.25
- Kuva 9. Tertiääri flotaattorin toimintopaikkahierarkia, S.25
- Kuva 10. Jäteveden käsittelystä poistetut toimintopaikat ja laitteet, S.26
- Kuva 11. Hydraulikoneikon KO_859-089 varaosat, S.27
- Kuva 12. Esimerkki laitteiden kriittisyysluokittelusta, S.29
- Kuva 13. Värähtelymittaus kohteet, S.31
- Kuva 14. Havainnollistava kuva lietteen tiivistysrummun varaosista, S.34

Lähteet

1. Kotkamills Oy. Perehdytysmateriaali. Ei saatavissa. Luettu 1.3.2017
2. Kotkamills Oy:n sellutehtaan osastotyönjohtajan haastattelu. 5.1.2017.
3. Lindberg, L. 4/2016. Flootech: Kotkamillsin tehtaalle uutta jäteveden käsittelytekniikkaa. Paperi ja puu, 45.
4. Harmaa, K. 31.5.2016. Kotkamills FE2-projektin prosessikuvaus jätevesilaitoksesta. Ei saatavissa. Luettu 7.1.2017.
5. PSK 6201, 2011. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. PSK standardisointi. Luettu 10.12.2016.
6. PSK 7501, 2010. Prosessiteollisuuden kunnossapidon tunnusluvut. PSK standardisointi. Luettu 10.12.2016.
7. Järviö, J., Piispa, T., Parantainen, T & Åström, T. 2007. Kunnossapito. Kunnossapidon julkaisusarja N:o 10. 4. uudistettu painos. KP-Media Oy.
8. Käyttövarmuus, käytettävyys, luotettavuus. Ramentor Oy. <http://www.ramentor.com/etusivu/teoria/kayttovarmuus/>. Luettu 10.12.2016.
9. Kortelainen, H. 1999. Paperi- ja selluteollisuuden käyttövarmuuden mittarit.
10. Kotkamills Oy. Perusteena tietojen päivitykselle on käyttövarmuus. Opetusmateriaali. Ei saatavilla. Luettu 18.12.2016.

11. Opetushallitus. Varaosat ja varastot.

http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_2-5_varaosat_ja_varastot.html. Luettu 10.12.2016

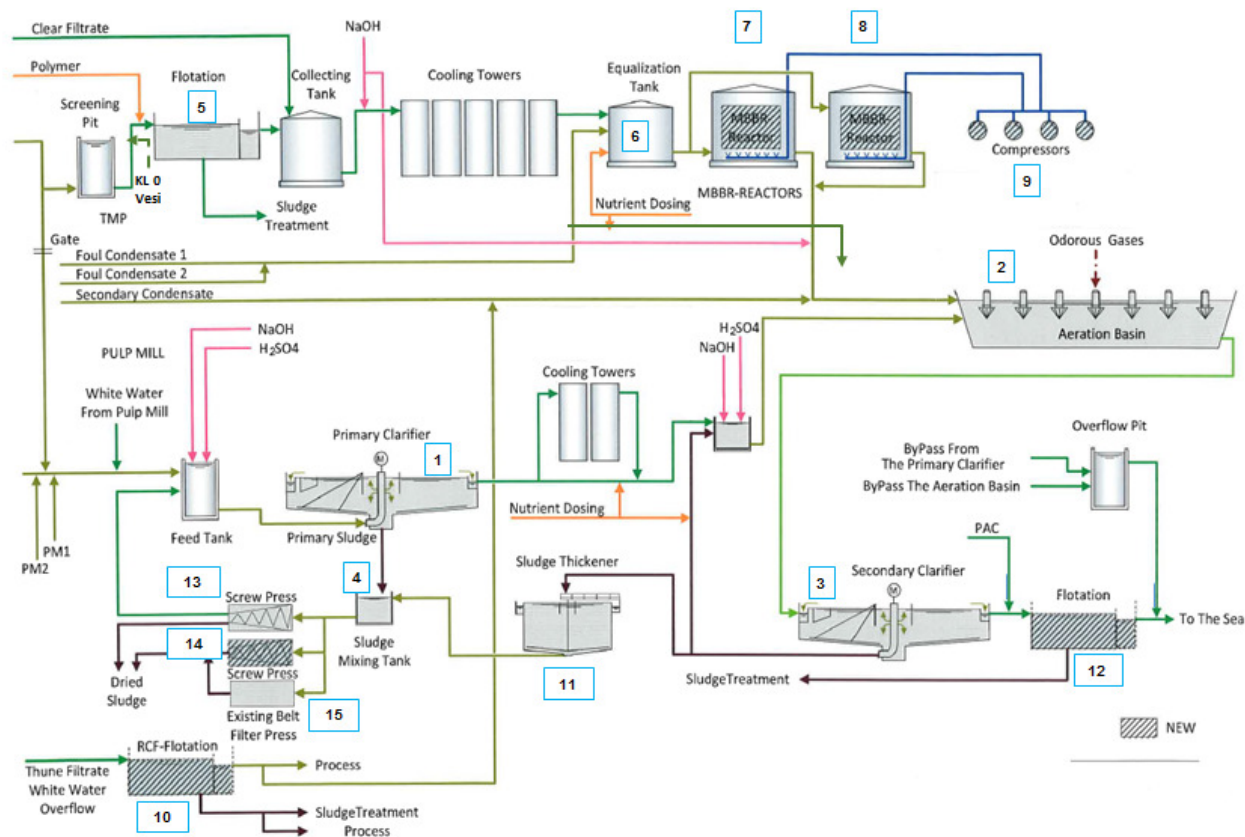
12. Laine, H. Tehokas kunnossapito. 1. painos, lokakuu 2010. KP-media Oy.

13. Finlex. Painelaitelaki. Helsinki 16.12.2016. 1144/2016.

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161144#Pidp1790704>

Luettu 3.2.2017.

Jätevedenkäsittelyn yleiskaavio (4.)



1. Etuselkeytin
2. Ilmastusallas
3. Jälkiselkeytin
4. Lietteen keräilysäiliö
5. Kartonkikoneen ja hiertämön
jätevesien flotaatioselkeytin (PV
– Flotaattori)
6. Kantoaineprosessin tasaussäiliö
(MBBR – tasaussäiliö)
7. Reaktoriallas 1 (MBBR – allas 1)
8. Reaktoriallas 2 (MBBR – allas 2)
9. Ilmastuskompressorit
10. Kierrätyskuitulaitoksen
flotaatioselkeytin (RCF –
Flotaattori)
11. Biolietietivistin
12. Tertiäärikäsittelyn
flotaatioselkeytin (Terti
flotaattori)
13. Lietteen ruuvipuristin
14. Lietteen ruuvipuristin
15. Suotonauhapuristin

Liite 2 Ennakkohuolto-ohjelma

| Nimi | Jaksotus (viikko) | Ensimmäinen suorituspäivä | Tunniste | kohteen nimi | Selite/ohje |
|--|----------------------|------------------------------|--------------|-------------------------------|--|
| Kompressorin öljynvaihto | 52 | 1.5.2017 | KO-158-872 | MBBR 1 Ilmastuskompressor 1 | Öljy: Delta lube 06, Määrä: 12,5L, työn voi suorittaa pysäyttämällä yhden kompressorin kerrallaan |
| Kompressorin öljynvaihto | 52 | 1.5.2017 | KO-158-873 | MBBR 1 Ilmastuskompressor 2 | Öljy: Delta lube 06, Määrä: 12,5L, työn voi suorittaa pysäyttämällä yhden kompressorin kerrallaan |
| Kompressorin öljynvaihto | 52 | 1.5.2017 | KO-158-874 | MBBR 2 Ilmastuskompressor 3 | Öljy: Delta lube 06, Määrä: 12L, työn voi suorittaa pysäyttämällä yhden kompressorin kerrallaan |
| Kompressorin öljynvaihto | 52 | 1.5.2017 | KO-158-875 | MBBR 2 Ilmastuskompressor 4 | Öljy: Delta lube 06, Määrä: 12L, työn voi suorittaa pysäyttämällä yhden kompressorin kerrallaan |
| Vaihteen öljynvaihto | 156 | 1.5.2018 | KO-158-880 | Terti lietepumppu | Öljy: Omala S2 G220, Määrä: 1,8L |
| Vaihteen öljynvaihto | 208 | 1.5.2020 | KO-158-881 | Terti koaguloitisekoitus | Öljy: Optigear PD220, Määrä: 2L |
| Vaihteen öljynvaihto | 208 | 1.5.2020 | KO-158-882 | Terti koaguloitinhämmennys 1 | Öljy: Optigear PD220, Määrä: 18,6L |
| Vaihteen öljynvaihto | 208 | 1.5.2020 | KO-158-883 | Terti koaguloitinhämmennys 2 | Öljy: Optigear PD220, Määrä: 18,6L |
| Vaihteen öljynvaihto | 208 | 1.5.2020 | KO-158-884 | Terti pintakaavin 1 | Öljy: Optigear PD220, Määrä: 2L |
| Vaihteen öljynvaihto | 208 | 1.5.2020 | KO-158-885 | Terti pintakaavin 2 | Öljy: Optigear PD220, Määrä: 2L |
| Vaihteen öljynvaihto | 208 | 1.5.2020 | KO-158-886 | Terti pintakaavin 3 | Öljy: Optigear PD220, Määrä: 2L |
| Vaihteen öljynvaihto | 208 | 1.5.2020 | KO-158-887 | Terti pintakaavin 4 | Öljy: Optigear PD220, Määrä: 2L |
| Vaihteen öljynvaihto | 156 | 1.5.2019 | KO-158-516 | Lietteen tiivistysrumpu | Öljy: Omala S2 G220, Määrä: 1,2L |
| Vaihteen öljynvaihto | 52 | 1.5.2017 | KO-158-512 | Lietteen ruuipuristin | Öljy: Optigear PD220, Määrä: 32L |
| Vaihteen öljynvaihto | 208 | 1.5.2020 | KO-158-527 | Lietteen siirtoruuvi | Öljy: Optigear PD320, Määrä: 2,8L |
| Vaihteen öljynvaihto | 208 | 1.5.2020 | KO-390-843 | RCF Koaguloitinhämmennys | Öljy: Optigear PD220, Määrä: 3,75L |
| Vaihteen öljynvaihto | 156 | 1.5.2019 | KO-390-815 | RCF Flotaattori pohjakuljetin | Kaksoisvaihdet! Öljy: Omala S2 G220, Määrä: 2,9L + 1,05L |
| Vaihteen öljynvaihto | 156 | 1.5.2019 | KO-390-814 | RCF Flotaattori pohjakaavin | Kaksoisvaihdet! Öljy: Omala S2 G220, Määrä: 5,8L + 1,05L |
| Vaihteen öljynvaihto | 156 | 1.5.2019 | KO-390-812 | RCF Flotaattori pintakaavin 1 | Öljy: Omala S2 G220, Määrä: 2L |
| Vaihteen öljynvaihto | 156 | 1.5.2019 | KO-390-813 | RCF Flotaattori pintakaavin 2 | Öljy: Omala S2 G220, Määrä: 2L |
| Vaihteen öljynvaihto | 156 | 1.5.2018 | KO-390-858 | RCF Flotaattori lietepumppu | Öljy: Omala S2 G220, Määrä: 1L |
| Vaihteen öljynvaihto | 156 | 1.5.2019 | KO-390-884 | PV Flotaattori lietepumppu | Öljy: Omala S2 G220, Määrä: 1,8L |
| Jätevesi rasvavoitelu 1kk | 4 | 1.1.2017 | FI-KO-202-15 | Jäteveden käsittelylaitos | Katso liite jätevesi rasvavoitelu 1kk |
| Jätevesi ja anaerobi rasvavoitelukierros | | | | | Uudet kohteet lisätty vanhalle rasvavoitelukierrokselle, katso liite jätevesi rasvavoitelu 3kk |
| Eräkeittämö rasvavoitelukierros | | | | | Uudet kohteet lisätty vanhalle rasvavoitelukierrokselle, katso liite eräkeittämö rasvavoitelu 3kk |
| Jäteveden käsittely kunnonvalvontamittaukset | | | | | Uudet kohteet liitteessä jäteveden käsittely kunnonvalvontamittaukset, kohteet lisättävä vanhalle kunnonvalvontakierrokselle |
| Lietteen tiivistysrummun tarkastus | 52 | 1.5.2017 | KO-158-516 | Lietteen tiivistysrumpu | Katso liite lietteen tiivistysrumpu tarkastus |
| Lietteen ruuipuristimen huolto | 52 | 1.5.2017 | KO-158-512 | Lietteen ruuipuristin | Katso liite lietteen ruuipuristin huolto |
| Lietteen ruuipuristimen laajempi huolto | 260 | 1.5.2021 | KO-158-512 | Lietteen ruuipuristin | Katso liite lietteen ruuipuristin laajempi huolto |
| Lietteen siirtoruuvien tarkastus | 52 | 1.5.2017 | KO-158-527 | Lietteen siirtoruuvi | Ruuvispiraalin kunnon tarkastus, kiinnitysten tarkastus, kulutusvuorauksen tarkastus |
| Dispersioilmakompressorin määräaikaishuolto | 52 | 1.5.2017 | KO-158-883 | Terti dispersioilmakompressor | Huoltosopimus |
| Terti dispersiovesisäiliö sisäinen ja käyttö tarkastus | 208 | 1.8.2020 | KO-158-963 | Terti dispersiovesisäiliö | Paineastia |
| Terti dispersiovesisäiliö määräaikainen painekoe | 416 | 1.8.2024 | KO-158-963 | Terti dispersiovesisäiliö | Paineastia |
| RCF dispersiovesisäiliön sisäinen ja käyttö tarkastus | 208 | 1.8.2020 | KO-390-321 | RCF dispersiovesisäiliö | Paineastia |
| RCF dispersiovesisäiliön määräaikainen painekoe | 416 | 1.8.2024 | KO-390-321 | RCF dispersiovesisäiliö | Paineastia |
| RCF flotaattori tarkastus | 52 | 1.5.2017 | KO-390-920 | RCF flotaattori | Katso liite RCF Flotaattori tarkastus |
| Kompressorilohkon määräaikaishuolto | 156 | 1.5.2019 | KO-158-872 | MBBR 1 Ilmastuskompressor 1 | Aerzen - kompressorilohkon perushuolto. Kompressorilohkon tarkastus ja kulutusosien vaihto. |
| Kompressorilohkon määräaikaishuolto | 156 | 1.5.2019 | KO-158-873 | MBBR 1 Ilmastuskompressor 2 | Aerzen - kompressorilohkon perushuolto. Kompressorilohkon tarkastus ja kulutusosien vaihto. |
| Kompressorilohkon määräaikaishuolto | 156 | 1.5.2019 | KO-158-874 | MBBR 2 Ilmastuskompressor 3 | Aerzen - kompressorilohkon perushuolto. Kompressorilohkon tarkastus ja kulutusosien vaihto. |
| Kompressorilohkon määräaikaishuolto | 156 | 1.5.2019 | KO-158-875 | MBBR 2 Ilmastuskompressor 4 | Aerzen - kompressorilohkon perushuolto. Kompressorilohkon tarkastus ja kulutusosien vaihto. |
| Imusuodattimen vaihto | 52 | 1.5.2017 | KO-158-872 | MBBR 1 Ilmastuskompressor 1 | |
| Imusuodattimen vaihto | 52 | 1.5.2017 | KO-158-873 | MBBR 1 Ilmastuskompressor 2 | |
| Imusuodattimen vaihto | 52 | 1.5.2017 | KO-158-874 | MBBR 2 Ilmastuskompressor 3 | |
| Imusuodattimen vaihto | 52 | 1.5.2017 | KO-158-875 | MBBR 2 Ilmastuskompressor 4 | |